

Handbuch Ausgabe 08/2007



# sinumerik

Werkzeug- und Formenbau

**SIEMENS**



# SIEMENS

## **SINUMERIK** **Werkzeug- und Formenbau**

*Handbuch*

**Gültig für**

**Steuerung**  
SINUMERIK 810D  
SINUMERIK 840D  
SINUMERIK 840Di  
SINUMERIK 802D sl pro

**Ausgabe 08.07**

Basis- informationen	1
Informationen für Maschinenbediener	2
Informationen für den Programmierer	3
Nachschlagen	4

## SINUMERIK® -Dokumentation

### Auflagenschlüssel

Die nachfolgend aufgeführten Ausgaben sind bis zur vorliegenden Ausgabe erschienen. In der Spalte „Bemerkung“ ist durch Buchstaben gekennzeichnet, welchen Status die bisher erschienenen Ausgaben besitzen.

Kennzeichnung des Status in der Spalte „Bemerkung“:

- A** .... Neue Dokumentation.
- B** .... Unveränderter Nachdruck mit neuer Bestell-Nummer.
- C** .... Überarbeitete Version mit neuem Ausgabestand.

Hat sich der auf der Seite dargestellte technische Sachverhalt gegenüber dem vorherigen Ausgabestand geändert, wird dies durch den veränderten Ausgabestand in der Kopfzeile der jeweiligen Seite angezeigt.

<b>Ausgabe</b>	<b>Bestell-Nr.</b>	<b>Bemerkung</b>
08.2007	6FC5095-0AB20-0AP0	<b>A</b>

### Marken

SIMATIC, SIMATIC HMI, SIMATIC NET, SIROTEC, SINUMERIK, SIMODRIVE und SINAMICS sind eingetragene Marken der Siemens AG. Die übrigen Bezeichnungen in dieser Druckschrift können Marken sein, deren Benutzung durch Dritte für deren Zwecke die Rechte der Inhaber verletzen können.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter:  
<http://www.siemens.com/sinumerik>

Die Erstellung dieser Unterlage erfolgte mit mehreren Layout- und Grafiktools. Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage, Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere für den Fall der Patenterteilung oder GM-Eintragung.

© Siemens AG 1995 - 2007. All rights reserved.

Es können weitere, in dieser Dokumentation nicht beschriebene Funktionen in der Steuerung lauffähig sein. Es besteht jedoch kein Anspruch auf diese Funktionen bei Neulieferung bzw. im Servicefall.

Wir haben den Inhalt der Druckschrift auf Übereinstimmung mit der beschriebenen Hard- und Software geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so daß wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden jedoch regelmäßig überprüft, und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

Technische Änderungen vorbehalten.

Bestell-Nr. 6FC5095-0AB20-0AP0  
 Printed in the Federal Republic of Germany

Siemens-Aktiengesellschaft.

	<b>Seite</b>
<b>1. Basisinformationen</b> .....	<b>7</b>
1.1    Einleitung .....	8
1.2    Was braucht der Werkzeug- und Formenbau? .....	9
1.3    Genauigkeit, Geschwindigkeit, Oberflächengüte .....	10
1.4    Strukturierung von NC-Formenbauprogrammen.....	13
<b>2. Informationen für Maschinenbediener</b> .....	<b>15</b>
2.1    Einführung - Werkstück einrichten/messen und Werkzeug messen ...	16
2.2    Betriebsart JOG – Werkstücke einrichten und messen .....	18
2.3    Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks ohne Rundachse im Tisch.....	20
2.4    Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks mit einer Rundachse im Tisch.....	25
2.5    Werkzeuge messen im JOG .....	30
2.6    Werkstück einrichten und Werkzeug messen mit 802D sl - Messen im JOG .....	33
2.7.    Betriebsart AUTOMATIK - Prozessmessen.....	35
2.8    Programmdatenübergabe/Programme managen .....	40
2.9    High Speed Settings – CYCLE832 .....	42
2.10   Programmstruktur für den Formenbau .....	46
2.11   Programm anwählen/starten/stoppen/abbrechen/fortsetzen .....	48
2.12   Programm unterbrechen .....	49
2.13   Programmübersicht/Status Externe Programme .....	52
2.14   Simulation des Teileprogramms .....	53
2.15   Quick View / Schnelldarstellung.....	54
2.16   ShopMill .....	56
<b>3. Informationen für den Programmierer</b> .....	<b>61</b>
3.1    Einleitung .....	62
3.2    Was sind Frames? .....	63
3.3    Schwenken - CYCLE800 .....	66

	<b>Seite</b>
3.4. Programmierbeispiel - Schwenken .....	70
3.5 High Speed Settings – CYCLE832 .....	72
3.6 Vorschubprofil – FNORM, FLIN .....	80
3.7 Programmierbeispiel mit CYLCE832 .....	81
3.8 Programmierbeispiel ohne CYCLE832 .....	84
<b>4. Nachschlagen .....</b>	<b>87</b>
4.1 Höherwertige Funktionen im Überblick .....	88
4.2 Ausblick 5-Achs-Bearbeitung .....	91
4.3 Was bewegt sich wie?.....	92
4.4 Fräsen mit 3 Achsen oder 3+2 Achsen? .....	93
4.5 Der Aufbau von 3+2-Achs-Fräsmaschinen .....	94
4.6 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks mit zwei Rundachsen im Tisch.....	96
4.7 Stichwortverzeichnis .....	98

# ***Basisinformationen***

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1.1 Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Was braucht der Werkzeug- und Formenbau?</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Genauigkeit, Geschwindigkeit, Oberflächengüte</b>	<b>10</b>
<b>1.4 Strukturierung von NC-Formenbauprogrammen</b>	<b>13</b>



# 1

## 1.1 Einleitung

Geschwindigkeit, Präzision und perfekte Oberflächenqualität ohne aufwändige Nacharbeit sind die Hauptziele im Werkzeug- und Formenbau.

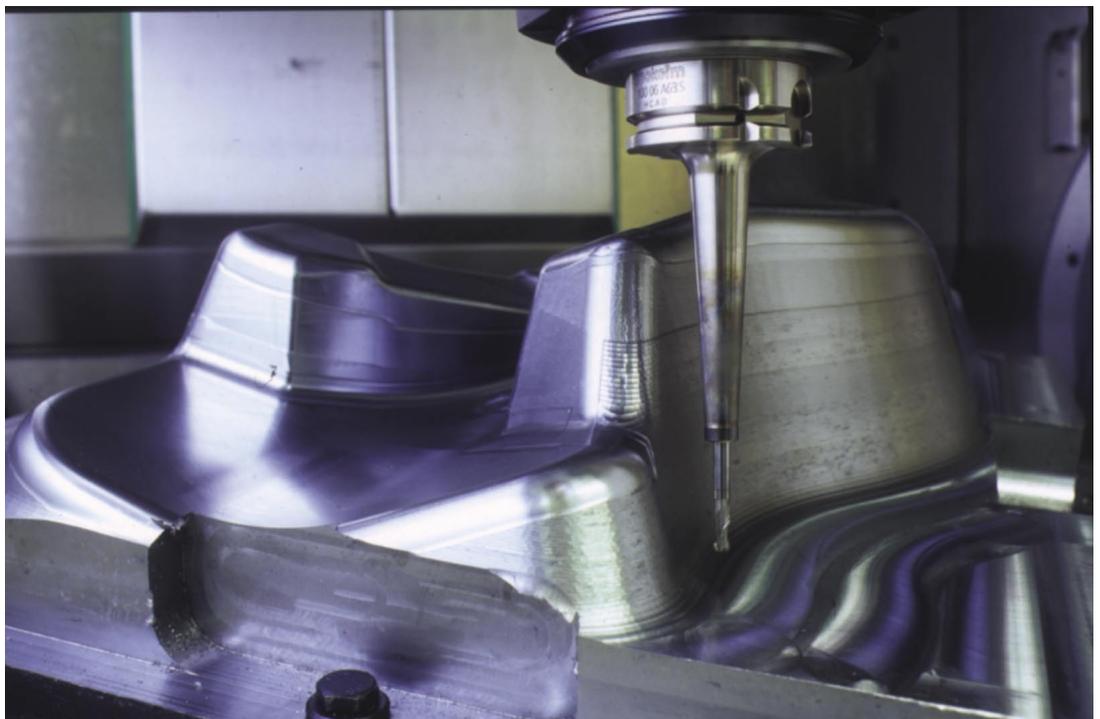
SINUMERIK 840D verfügt über leistungsfähige, hoch entwickelte Funktionen, durch deren intelligente Nutzung der gesamte Ablauf der 3-Achs-Programmierung und -Bearbeitung wesentlich vereinfacht, und das Produktionsergebnis verbessert wird. Für Standard 3-Achsbearbeitung steht Ihnen die SINUMERIK 802D sl zur Verfügung.

Die Broschüre bietet im kompakter Form Fachleuten aus Industrie und Forschung einen Einstieg in die wichtigsten Grundlagen des Werkzeug- und Formenbaus insbesondere des 3-Achs-FräSENS. Darauf aufbauend gibt sie dem Anwender an der Maschine praktische Hinweise für eine effiziente Arbeitsgestaltung.

Für den Programmierer werden im Anschluss wesentliche Funktionen der SINUMERIK Steuerung erläutert und anhand von konkreten Beispielen Optimierungspotentiale in der Prozesskette verdeutlicht.

Viele Aspekte können in diesem Handbuch nur kurz dargestellt werden. Weitergehende Informationen finden Sie in den entsprechenden Handbüchern und der einschlägigen Literatur.

**Verkleidung**  
**Automobilbau**



## 1.2 Was braucht der Werkzeug- und Formenbau?

### Modellbau



Der Anspruch an das Design von Gegenständen sämtlicher Anwendungsbereiche steigt ständig. Ergonomie, CW-Wert oder einfach nur Ästhetik verlangen mehr und mehr gerundete Formen. Und das in kürzerer Zeit und mit höherer Präzision. Das Design kommt überwiegend von CAD-Systemen, die Bearbeitungsprogramme für Freiformflächen von CAM-Stationen.

Trotzdem hat der Spezialist an der Werkzeugmaschine die technologische Verantwortung für die Qualität der Form und des gesamten Werkzeugs.

### Schachfigur



Mit SINUMERIK 840D bzw. 802D sl bietet Siemens Steuerungen, die genau auf die Ansprüche des Werkzeug- und Formenbaus zugeschnitten sind – im klassischen 2 ½ D-Bereich, bei 3-Achs-Bearbeitung und auch mit der 840D im 5-Achs- und High Speed-Bereich:

- gute Bedienbarkeit
- komfortable Programmierung an der Maschine
- optimale Leistungsfähigkeit in der Prozesskette CAD – CAM – CNC

### Ventil



## 1.3 Genauigkeit, Geschwindigkeit, Oberflächengüte

### Prozesskette: CAD -> CAM -> CNC

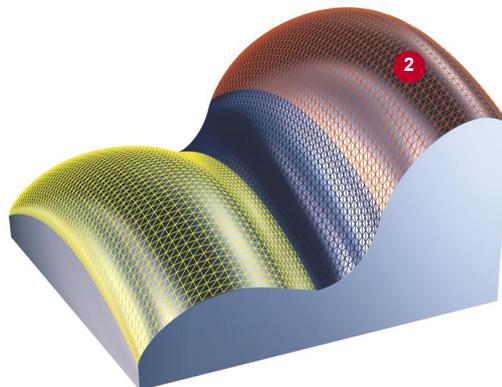
**CAD → CAM** NC-Programme für Freiformflächenbearbeitung kommen aus CAM-Systemen. Das CAM-System bekommt die Werkstückgeometrie aus einem CAD-System.

**CAM → CNC** Der Prozesskette **CAD -> CAM -> (Postprozessor) -> CNC** ist bei der Bearbeitung von Freiformflächen besondere Beachtung zu schenken.



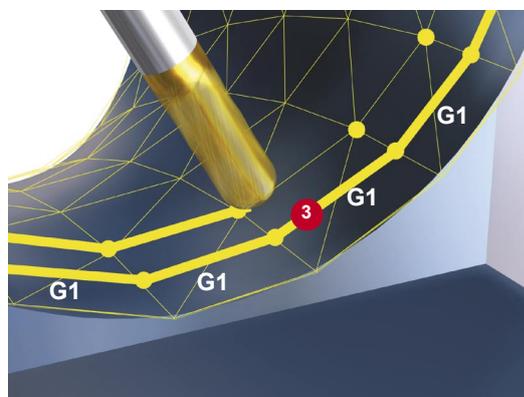
In CAD-Systemen werden Flächen **1** höheren Grades konstruiert (Freiform).

Um z. B. flächenübergreifend fräsen zu können oder um Kollisionsbetrachtung zu machen, macht das CAM-System aus der CAD-Freiform i. d. R. ein Polyeder.



D. h., die glatte Konstruktionsfläche wird durch viele kleine Ebenen **2** angenähert.

Dabei entstehen Abweichungen von der ursprünglichen Freiform.

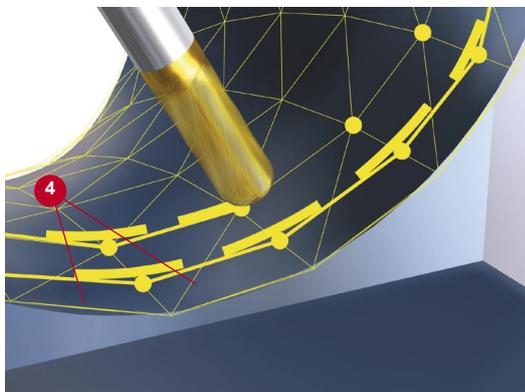


Der CAM-Programmierer legt auf diesen Polyeder Werkzeugbahnen. Der Postprozessor erzeugt daraus NC-Sätze innerhalb der vorgegebenen Fehlertoleranzen. Das sind i. d. R. viele kleine Geradenstückchen, G1 X Y Z **3**.

Deshalb ist das Bearbeitungsergebnis keine Freiformfläche mehr, sondern ein Polyeder. Die kleinen Ebenen des Polyeders können sich sichtbar auf der Oberfläche abbilden.

Das kann zu einer unerwünschten Nachbearbeitung führen.

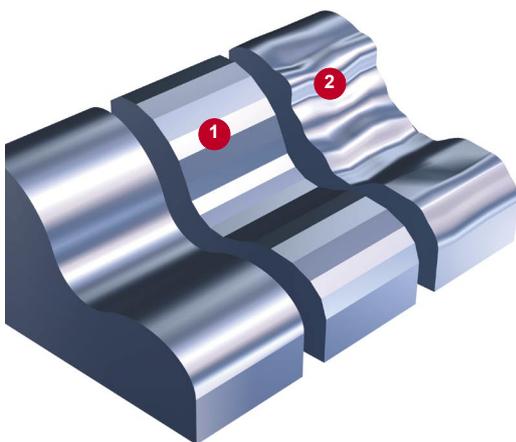
Um die Nachbearbeitung zu vermeiden, bieten SINUMERIK Steuerungen verschiedene Funktionen:



### Programmierbares Überschleifen (Splineinterpolation)

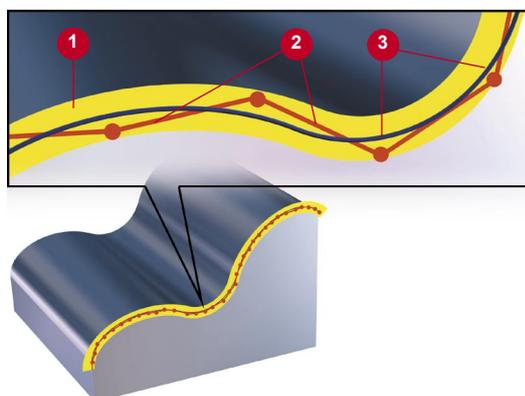
Eine ist das definierte Überschleifen an den Satzgrenzen. Dabei werden an den Ecken (Satzübergängen) Geometrielemente 4 eingefügt. Die Toleranz dieser Geometrielemente ist einstellbar.

Beachten Sie auch das Kapitel 3.5 High Speed Settings.



### Kompressor-Funktion (COMPCAD)

Die Linearinterpolation führt an den Satzübergängen zu Beschleunigungssprüngen in den Maschinenachsen, was wiederum zur Anregung von Resonanzen in den Maschinenelementen führen kann und sich letztendlich als Facettierungsmuster 1 oder als Vibration 2 auf der Werkstückoberfläche bemerkbar macht.



Der Kompressor fasst entsprechend des eingestellten Toleranzbandes 1 eine Sequenz von G1-Befehlen 2 zusammen und komprimiert diese zu einem Spline 3, der direkt von der Steuerung ausführbar ist.

Die Oberflächengüte wird erhöht, da die Maschinenachsen harmonischer verfahren können und dadurch eine Anregung von Maschinenresonanzen vermieden wird.

In Folge sind konstantere Verfahrgeschwindigkeiten möglich, die die Maschine weniger belasten und die Produktivität erhöhen.

### Voraussetzungen

- Die Optionen COMPCAD und Splineinterpolation müssen gesetzt bzw. vorhanden sein und die Maschine muss für diese Verwendung eingerichtet sein.

### TIPP

Wenn das Toleranzband des CAM-Systems bekannt ist, sollte diese oder ein geringfügig größerer Wert für die Kompressortoleranz übernommen werden.

Typischerweise liegt dieser Wert bei COMPCAD zwischen 1,2 ... 1,5 der programmierten Sehnen-toleranz des CAM-Systems. Ist dieser Wert nicht bekannt, empfiehlt es sich als Startwert die Default-Einstellung von CYCLE832 zu übernehmen. Die Default-Einstellungen finden Sie im Kap. 2.9 High Speed Settings.

Spline-Kompression und COMPCAD können Sie mit der SINUMERIK 840D einfach über den Zyklus CYCLE832 ein- oder ausschalten. Beachten Sie die Hinweise in Kap. 2.9 und Kap. 3.5 zu diesem Zyklus.

## 1.4 Strukturierung von NC-Formenbauprogrammen

Ein NC-Programm zur Bearbeitung von Freiformflächen besteht aus vielen NC-Sätzen und wird in der Regel an der CNC-Steuerung nicht mehr editiert.

### Aufbau eines NC-Formenbauprogramms

Am übersichtlichsten ist ein NC-Programm, wenn der CAM-Programmierer sich an folgender Programmstruktur orientiert:

#### Beispiel

##### Hauptprogramm mit Unterprogrammaufruf

###### Werkzeugaufruf

N10 T1D1  
N15 M6

###### Technologie

N20 M3 M8 S8000 F1000 ;Spindeldrehzahl, Vorschub

###### Nullpunkt Startposition

N30 G0 G54 X10 Y10 Z5 ;Einstellbare Nullpunktverschiebung

###### High Speed Setting-Zyklus

N40 CYCLE832(0.05,112003) ;CYCLE832 stellt die Kompressor-  
toleranz ein und definiert weitere Bahn-  
bedingungen.

###### Unterprogramm- aufruf

N50 EXTCALL "Schrupp" ;Aufruf des Unterprogramms "Schrupp",  
das die Geometrie des CAM-Programms  
enthält.

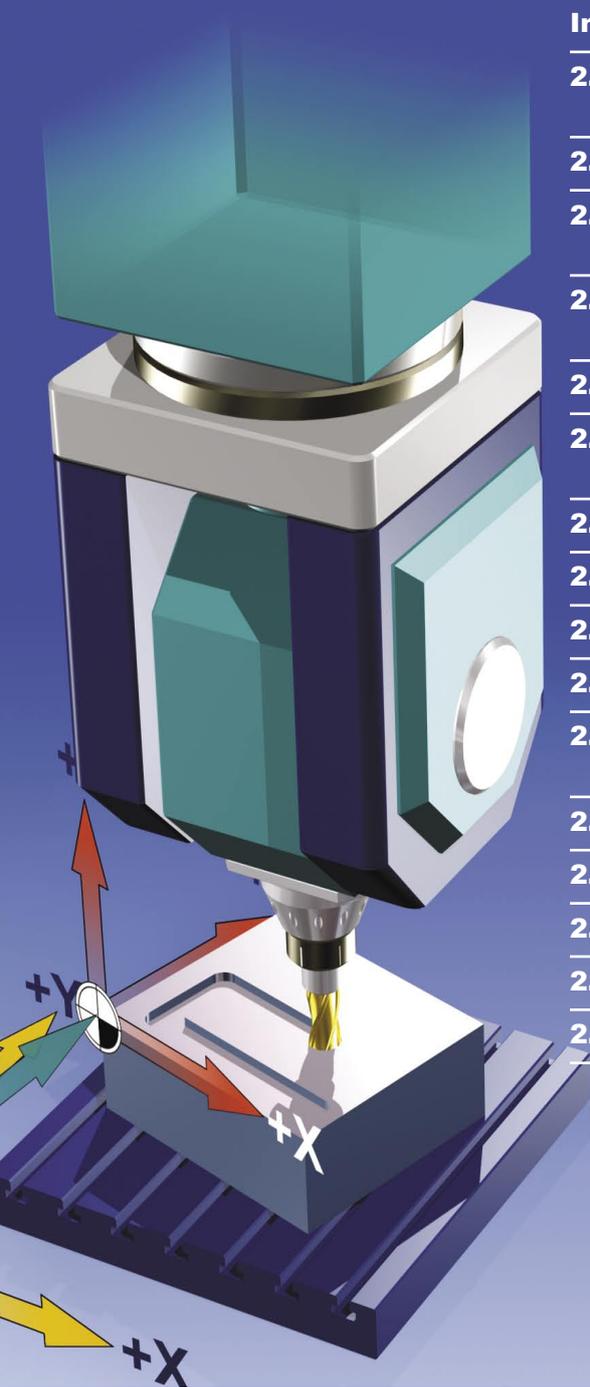
Im Hauptprogramm können die Nullpunktverschiebung, alle Technologiewerte, Startpunkt und High Speed Settings definiert werden. Über die High Speed Setting Parameter kann man Einfluss auf die Qualität des Werkstücks nehmen.

Die Unterprogramme enthalten die typischen Verfahrssätze, in denen auf Grund der Komplexität der Programme keinerlei Änderungen vorgenommen werden sollten.

Ein gut strukturiertes NC-Programm bietet zusätzlich die Möglichkeit, nach einer Programmunterbrechung gezielt wieder einzusteigen.



# Informationen für Maschinenbediener



Inhalt	Seite
2.1 Einführung - Werkstück einrichten/messen und Werkzeug messen	16
2.2 Betriebsart JOG - Werkstücke einrichten und messen	18
2.3 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks ohne Rundachse im Tisch	20
2.4 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks mit einer Rundachse im Tisch	25
2.5 Werkzeuge messen im JOG	30
2.6 Werkstück einrichten und Werkzeug messen mit 802D sl - Messen im JOG	33
2.7. Betriebsart AUTOMATIK - Prozessmessen	35
2.8 Programmdatenübergabe/Programme managen	40
2.9 High Speed Settings - CYCLE832	42
2.10 Programmstruktur für den Formenbau	46
2.11 Programm anwählen/starten/stoppen/abbrechen/fortsetzen	48
2.12 Programm unterbrechen	49
2.13 Programmübersicht/Status Externe Programme	52
2.14 Simulation des Teileprogramms	53
2.15 Quick View / Schnelldarstellung	54
2.16 ShopMill	56

# 2

## 2.1 Einführung - Werkstück einrichten/messen und Werkzeug messen

### Werkstück und Werkzeug einrichten im JOG

Beim Einrichten wird die Maschine für die Bearbeitung vorbereitet. Dies heißt, dass die noch unbekannt Maße des Werkstücks und des Werkzeugs erfasst werden.

Der Bezugspunkt bei der Programmierung eines Werkstücks ist immer der Werkstücknullpunkt. Durch Einrichten eines aufgespannten Werkstückes wird dieser Werkstücknullpunkt bestimmt. An den Werkstück-Elementen Kante, Ecke, Tasche/Bohrung, Zapfen, Ebene kann das Einrichten erfolgen. Am Schluss wird der Werkstücknullpunkt als Ergebnis der ermittelten linearen und rotatorischen Korrekturen des Koordinatensystems definiert.

Die Ermittlung von Werkzeuglänge und Durchmesser kann abhängig von der Steuerung automatisch mit Hilfe einer Messdose bzw. durch das Ankratzen an bekannter Werkstückgeometrie erfolgen. Die ermittelten Werte werden in die Werkzeugkorrekturdaten übernommen.

### Werkstück messen - Prozessmessen

Die Werkstückmessung dient der Ermittlung von Werkstücktoleranzen im Fertigungsprozess. Als Ergebnis der Werkstückmessung können Sie abhängig vom verwendeten Messzyklus folgende Optionen wählen:

- Nur Messung ohne Korrekturen (Erfassung Ist-Wert)
- Nullpunktverschiebungs-Korrektur (Abweichung Soll-Ist korrigieren)
- Werkzeugdaten-Korrektur (Abweichung Soll-Ist korrigieren)



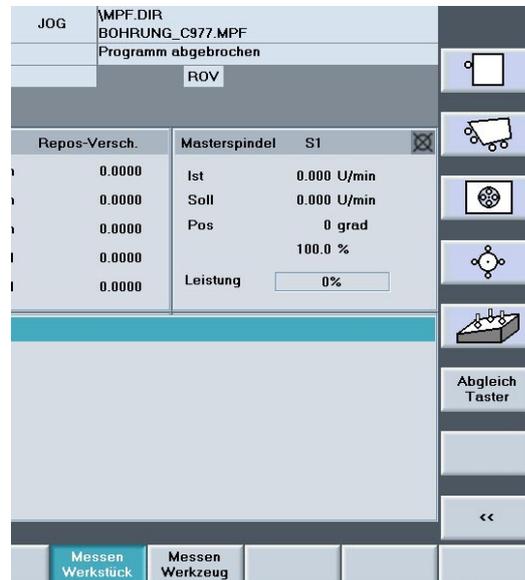
Diese Messaufgaben können mit schaltenden oder nichtschaltenden Messtastern durchgeführt werden.

Um die volle Funktionalität der Messzyklen zu nutzen, sollten Sie schaltende 3D-Messtaster verwenden.

### Werkzeug messen - Prozessmessen

Die Werkzeugmessung dient der Überwachung konkreter Werkzeugparameter im Fertigungsprozess. Im Ergebnis der Werkzeugmessung erfolgt eine Korrektur von Werkzeugparametern, d. h. es werden in der Regel der Durchmesser und die Länge des Werkzeugs bestimmt.

## Messen im JOG - manuelles Messen



Bei dem halbautomatischen "Messen im JOG" wird die gewünschte Messfunktion über Softkeys an der Steuerung ausgewählt. Die Parametrierung der Funktion erfolgt über die dabei angezeigten Eingabemasken. Sie müssen das Werkzeug oder den Messtaster in eine zulässige Startposition für die jeweilige Messaufgabe bringen, z.B. mittels Verfahrtasten oder Handrad (manuell Verfahren).

### Grundsätzlich verwenden Sie das Messen im JOG für folgende Aufgaben:

- Manuelles Messen dient zur Vorbereitung der Maschine für die Bearbeitung.
- Manuelles Messen dient zur Ermittlung von unbekanntem Werkstück- oder Werkzeuggeometrien.
- Die Messung erfolgt als interaktive Bedienung im manuellen Betrieb der Maschine.

## Messen in Automatik - Prozessmessen



Beim automatischen Messen in der Betriebsart Automatik werden, spezifisch zur Messaufgabe, NC-Programme (Messzyklen) parametrierung. Die Parametrierung wird durch Eingabemasken des Programmeditors unterstützt. Die anzufahrenden Messpunkte und die Messaufgabe werden automatisch entsprechend dem Messprogramm realisiert.

### Grundsätzlich verwenden Sie das Messen in AUTOMATIK für folgende Aufgaben:

- Automatisches Messen dient zur Kontrolle der Maßhaltigkeit der Werkstücke.
- Automatisches Messen dient zur Korrektur von bekannten Werkstück- oder Werkzeuggeometrien.
- Die Messung erfolgt durch den Aufruf eines Messzyklus im Bearbeitungsprogramm.

## 2.2 Betriebsart JOG – Werkstücke einrichten und messen

### Einrichten des Werkstücks

Nachdem die Maschine eingeschaltet und der Referenzpunkt angefahren wurde, beziehen sich die Achspositionen auf das Maschinenkoordinatensystem. Die Lage des Werkstücks im Maschinenkoordinatensystem wird der Steuerung durch die Nullpunktverschiebung mitgeteilt.

Bei der bisherigen Vorgehensweise wurde das Werkstück aufgespannt, manuell zu den Maschinenachsen achsparallel ausgerichtet und danach die Nullpunktverschiebung z. B. durch Ankratzen ermittelt. An zwei in der Praxis häufig vorkommenden Beispielen zeigen wir, wie es mit Messtaster und SINUMERIK-Zyklen komfortabler geht. Wir zeigen, wie die Steuerung die Grunddrehung des Werkstücks kompensiert. Zeitaufwändiges, manuelles Ausrichten entfällt damit.

Das Einrichten wird Ihnen exemplarisch an zwei Maschinenkonfigurationen dargestellt:

- Maschine ohne Rundachse im Tisch (siehe Kapitel 2.3)
- Maschine mit einer Rundachse im Tisch (siehe Kapitel 2.4)

### Voraussetzungen

- Messzyklen sind installiert
- Werkstück ist aufgespannt
- Messtaster ist kalibriert, aktiv und in die Spindel gespannt; Werkzeugkorrektur ist aktiviert.

**TIPP**

**Ist, wie im Werkzeug- und Formenbau üblich, nur ein einziges Werkstück zu bearbeiten, verwendet man Messen in der Betriebsart JOG (wie nachfolgend beschrieben). Sind mehrere ähnliche Teile in der gleichen Vorrichtung zu bearbeiten, verwendet man die Messzyklen in der Betriebsart Automatik (der Nullpunkt muss grob eingerichtet sein).**

### Messzyklen für SINUMERIK 840D anwählen

Für das Messen stehen Ihnen praxisgerechte Messzyklen zur Verfügung

Maschine	FRAES_SUEI_KORR	JOG	MPF.DIR BOHRUNG_C977.MPF	
Kanal RESET			Programm abgebrochen	
				ROV
WKS	Position	Repos-Versch.	Masterspindel	S1
X	-0.0300 mm	0.0000	Ist	0.000 U/min
Y	-0.3000 mm	0.0000	Soll	0.000 U/min
Z	-30.0000 mm	0.0000	Pos	0 grad
C	0.0000 grd	0.0000		100.0 %
B	0.0000 grd	0.0000	Leistung	0%

Werkstückmessen				

Schwenken	Messen Werkstück	Messen Werkzeug			
-----------	------------------	-----------------	--	--	--

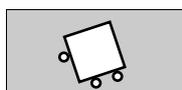
	→ Kante messen
	→ Ecke messen
	→ Tasche/Bohrung messen
	→ Zapfen/Bohrung messen
	→ Ebene ausrichten
Abgleich Taster	→ Messtaster kalibrieren
<<	→ zurück (Messen im JOG verlassen)

## 2.3 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks ohne Rundachse im Tisch

### Aufgabenstellung

Nach dem Aufspannen liegt ein nicht rechtwinkliges Werkstück verdreht zum Maschinenkoordinatensystem im Arbeitsraum. Sie müssen die Nullpunktverschiebung und die Lage des Koordinatensystems, also die Grunddrehung ermitteln.

### Ecke messen in der Arbeitsebene



"Ecke messen" aufrufen. Das Fenster "Ecke" wird mit neuen vertikalen Softkeys "rechtwinklige Ecke" und "beliebige Ecke" geöffnet.



Drücken Sie den Softkey „beliebige Ecke“, wenn Sie eine Ecke mit einem Winkel ungleich 90° messen möchten. Es sind 4 Messpunkte erforderlich P1, P2, P3 und P4



Fahren Sie den Messtaster an den ersten Messpunkt P1 heran, laut Hilfebild.

beliebige Ecke messen Aut. Korrektur in Nullpunktverschiebung

Nullpktv.		
X	44.1080 mm	1 G54
Y	20.0000 mm	Ecke
Z	30.0000 mm	2 Aussenecke
NV beim Messen:	G500	Lage 1
gem. X0		0.0000
gem. Y0		0.0000
$\alpha$		



Eingabemaske versorgen:

- 1 Auswahl der Nullpunktverschiebung z. B. G54, G55, G56 oder G57 wählen. Im Beispiel wurde G54 verwendet.
- 2 Außen- oder Innenecke wählen  
Lage der Ecke wählen
- 3 Gewünschte Sollposition des Bezugspunktes (Ecke) für die ausgewählte NV in beiden Achsen eingeben.

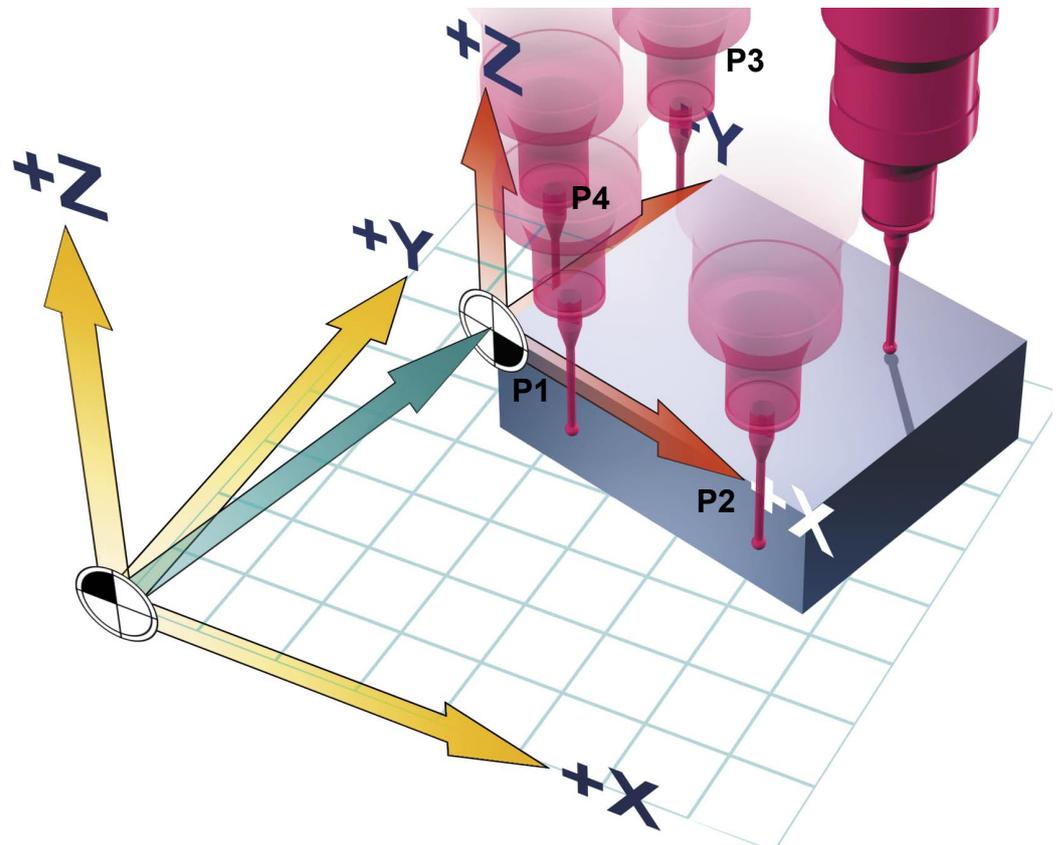
Beim Messen einer Ecke in der G17-Ebene wird im Ergebnis die translatorische Nullpunktverschiebung in X und Y sowie eine Drehung um Z ermittelt. Die translatorische Nullpunktverschiebung in Z ist durch eine weitere Messung "Kante setzen" zu bestimmen.



Mit "NC-Start" wird der jeweilige Messpunkt (P1 - P4), ausgehend von der manuell eingenommenen Vorposition, automatisch angefahren. D.h. der Messtaster fährt das Werkstück an, löst aus und zieht auf die Startposition zurück.

**TIPP**

Beim Messen können Sie wählen, ob das Ergebnis der Messung als Korrektur in die Nullpunktverschiebung eingetragen wird oder ob nur gemessen werden soll (Siehe ①). Beim Einrichten erfolgt die Korrektur in die Nullpunktverschiebung. Um einfach nur die Maßhaltigkeit einer Ecke zu überprüfen, können Sie den Messzyklus auch für "Nur Messen" verwenden.



## Ergebnis

Mit "NC-Start" und der vordefinierten Messdistanz läuft der Messvorgang an P1 mit dem eingestellten Messvorschub automatisch ab. Nach erfolgreicher Messung wird der bisher inaktive Softkey "P1 gespeichert" aktiviert und die Koordinaten des 1. Messpunktes P1 intern abgespeichert.

Nach manueller Positionierung vor dem 2. Messpunkt P2 läuft nach Betätigung von "NC-Start" der Messvorgang an diesem Messpunkt automatisch ab. Ebenso ist mit Messpunkt P3 und P4 zu verfahren. Sind alle Messpunkte erfolgreich absolviert und alle Softkeys „Px gespeichert“ aktiviert, wird ein vertikaler Softkey "Berechnen" angezeigt. Nach Betätigen dieses Softkeys erfolgt die Berechnung der Eckkoordinaten P0 und der Korrektur.

Berechnen

Die Steuerung berechnet

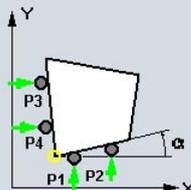
- aus dem Schnittpunkt der beiden Geraden den X-, Y-Wert der Nullpunktverschiebung,
- die Grunddrehung des Werkstückkoordinatensystems um die Z-Achse.
- Die Werte werden in die Nullpunktabelle, Nullpunktverschiebung G54, übernommen.

Als Ergebnis wurde eine Verschiebung in der XY-Ebene und eine Grunddrehung um "Z" ermittelt.

Ist als Korrekturziel die bereits aktive NPV ausgewählt, werden die Korrekturwerte sofort wirksam.

Bei Auswahl einer anderen NPV erfolgt die Abfrage, ob diese aktiviert werden soll.

beliebige Ecke messen
Sie haben in eine nicht akt. NV korrigiert!



Nullpktv.	G54	
X	55.8430 mm	Diese Nullpunktverschiebung aktivieren?
Y	65.3660 mm	Das WKS wird um die
Z	0.0000 mm	WZ-Achse gedreht!
NV beim Messen:	G500	Bitte beachten beim
gem. X0	55.8434	Verfahren im WKS!
gem. Y0	65.3661	
α	14.4699	

## Ermittlung der Nullpunktverschiebung in der Z-Achse

Nachdem Sie die X-Y-Ebene ausgerichtet/vermessen haben, müssen Sie nun die Nullpunktverschiebung in der Z-Achse messen.



Wählen Sie "Kante setzen" und fahren Sie den Messtaster an den ersten Messpunkt P1 heran.

Kante setzen		Aut. Korrektur in Nullpunktverschiebung	
Nullpktv.		1	G54
X	55.8430 mm		Messrichtung
Y	65.3660 mm		Z
Z	0.0000 mm	2	3
NV beim Messen:	G500		0.0000
gem. Z0:			



Eingabemaske versorgen:

- 1 Auswahl der Nullpunktverschiebung z.B. G54 wählen.
- 2 Z-Achse wählen
- 3 Gewünschte Sollposition des Bezugspunktes (Kante) für die ausgewählte NV eingeben.



Mit "NC-Start" wird der Messpunkt P0, ausgehend von der manuell eingenommenen Vorposition, automatisch angefahren. D.h. der Messtaster fährt das Werkstück an, löst aus und zieht auf die Startposition zurück.

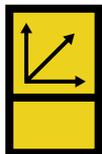
Damit ist die Bestimmung der Grunddrehung und des Nullpunktes in den Achsen X/Y und Z für eine 3-achsige Maschine ohne Rotationsachse im Tisch beendet.

### Zusammenfassung für Maschinenkonfigurationen ohne Rundachse

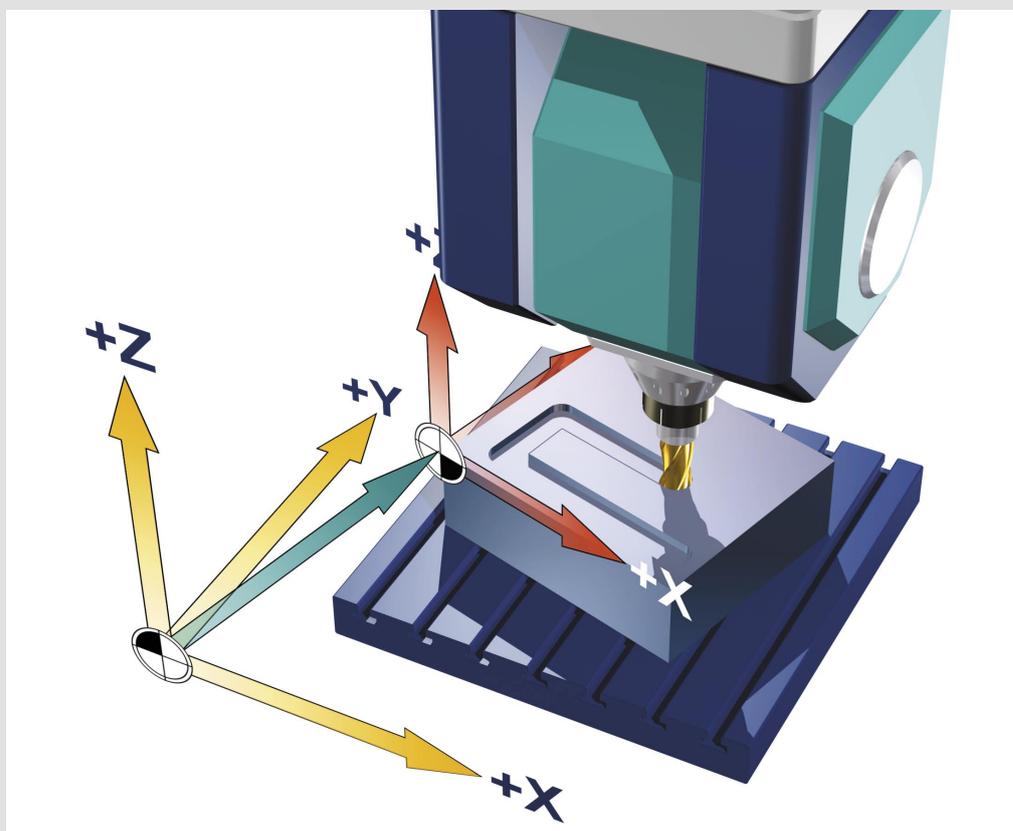
Die Bestimmung des Nullpunkts und der Grunddrehung (Koordinatendrehung bei Rundachsen) ist für die Maschine damit beendet.

Wenn eine Koordinatendrehung bei Maschinen ohne Rundachsen vorhanden ist, rechnet die Steuerung die programmierten, achsparallelen Bewegungen der X/Y-Achsen in die entsprechende resultierende XY-Bewegung um. D.h. die Werkzeugbewegung ist nicht mehr parallel zu den Maschinenachsen.

#### Beispiel 1



#### Maschinenkinematiken "ohne" C-Achse im Tisch

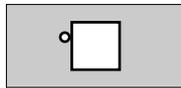


## 2.4 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks mit einer Rundachse im Tisch

### Aufgabenstellung

**Beispiel 2** Nach dem Aufspannen liegt ein nicht rechtwinkeliges Werkstück verdreht zum Maschinenkoordinatensystem im Arbeitsraum. Sie müssen die Nullpunktverschiebung und die Lage des Koordinatensystems, also die Grunddrehung ermitteln. Die Maschine besitzt eine Rundachse

### Ermittlung der Grunddrehung um die Z-Achse



"Kante messen" aufrufen. Das Fenster "Kante messen" öffnet die vertikalen Softkeys "Kante setzen", "Kante ausrichten" und "Abstand zweier Kanten".



Betätigen Sie den Softkey "Kante ausrichten". Es sind zwei Messpunkte erforderlich!



Fahren Sie den Messtaster an den ersten Messpunkt P1 heran, laut Hilfebild.



Eingabemaske versorgen:

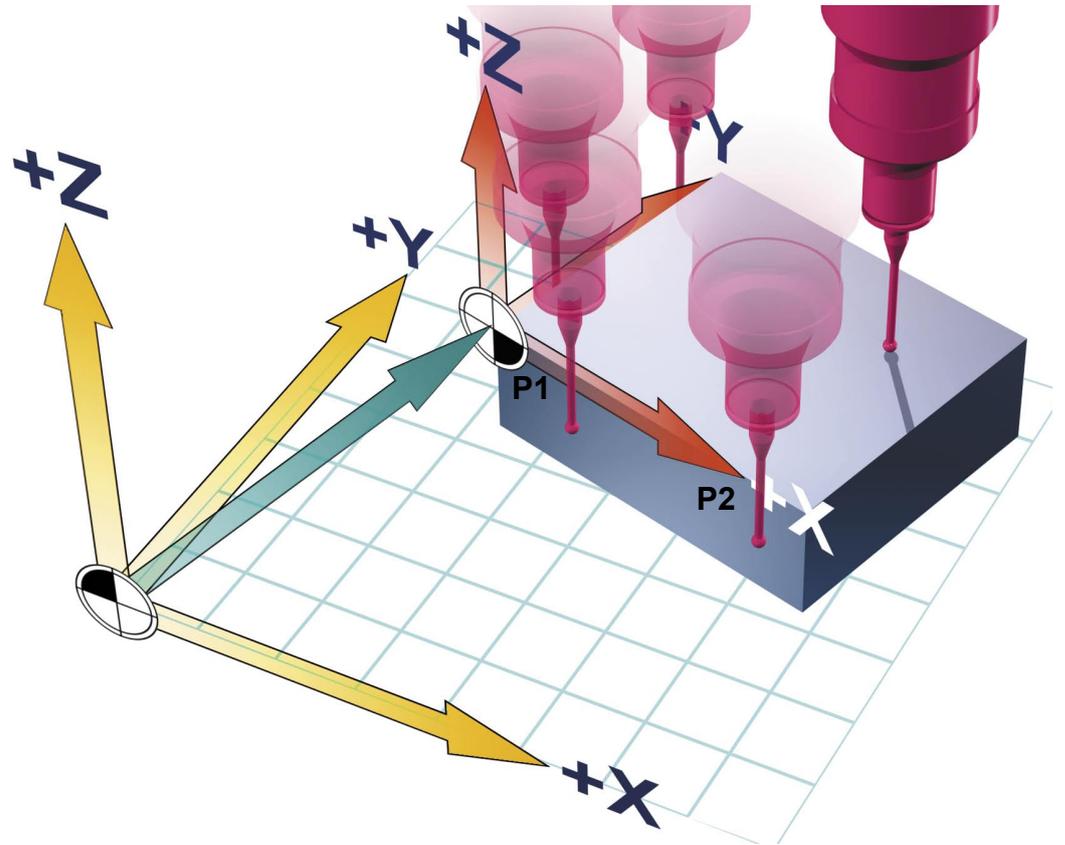
- ❶ Auswahl der Nullpunktverschiebung z. B. G54, G55, G56 oder G57 wählen. Im Beispiel wurde G54 verwendet.
- ❷ Art der Winkelkorrektur wählen, im Beispiel Tischrundachse C.
- ❸ Einen eventuellen Sollwinkel eingeben.

Beim "Kante ausrichten" in der G17-Ebene, wird der Winkel Alpha ermittelt.



Mit "NC-Start" wird der jeweilige Messpunkt P1 und P2, ausgehend von der manuell eingenommenen Vorposition, automatisch angefahren. D.h. der Messtaster fährt das Werkstück an, löst aus und zieht auf die Startposition zurück.

# 2.4



## Ergebnis

Berechnen

Sind die Messpunkte erfolgreich absolviert und alle Softkeys "Px gespeichert" aktiviert, wird der vertikale Softkey "Berechnen" angezeigt. Mit Betätigen dieses Softkeys erfolgt die Berechnung des Winkels Alpha.

Kante ausrichten		Aut. Korrektur in Nullpunktverschiebung	
	Nullpktv.	0.0000 grad	G54
	C		Messrichtung + Y
			Bezugsachse X
			Winkelkorr. C
NV beim Messen:	G500	Sollwinkel	0.0000
$\alpha$			

Im Ergebnis wird diese Drehung als Nullpunktverschiebung in die Rundachse des Tisches eingetragen.  
 Ist als Korrekturziel die bereits aktive NPV ausgewählt, werden die Korrekturwerte sofort wirksam.

Sonst erfolgt die Abfrage, ob die Nullpunktverschiebung zu aktivieren ist. Als weiterer Schritt erfolgt die Abfrage, ob die Rundachse und somit das Werkstück ausgerichtet werden soll.

**TIPP**

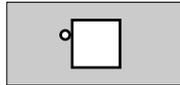
Vorsicht! Bevor Sie das Werkstück ausrichten lassen, sollten Sie das Werkzeug freifahren, damit bei eventuellen Drehbewegungen keine Kollision mit dem Tisch entsteht.

Kante ausrichten		Sie haben in eine nicht akt. NV korrigiert!	
	Nullpktv.	G54	Diese Nullpunktverschiebung aktivieren?
	C	-13.2986 grad	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
	NV beim Messen:	G500	Zum Ausrichten
	$\alpha$	-13.2986	Rundachse verfahren?
		G0/G1?[grad/min]	<input type="text" value="3600"/> <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> G1
		Bitte Messtaster manuell freifahren!	

Jetzt ist das Werkstück achsparallel ausgerichtet.

## Ermittlung der Nullpunktverschiebung in der X/Y-Achse

Nachdem die Drehung eingerichtet wurde, müssen Sie nun die NPV in der X/Y-Ebene ermitteln.



Wählen Sie "Kante setzen" und fahren Sie mit den Messtaster an den ersten Messpunkt P1 heran.



Eingabemaske versorgen:

- 1 Auswahl der Nullpunktverschiebung z.B. G54 wählen.
- 2 X- bzw. Y-Achse wählen
- 3 Gewünschte Sollposition des Bezugspunktes (Kante) für die ausgewählte NV eingeben.



Mit "NC-Start" wird der Messpunkt P1, ausgehend von der manuell eingenommenen Vorposition, automatisch angefahren. D.h. der Messtaster fährt das Werkstück an, löst aus und zieht auf die Startposition zurück.

Diese Handlungsfolge ist getrennt, jeweils für die X- und die Y-Achse durchzuführen. Die Nullpunktverschiebung in der Z-Achse ist, wie in Beispiel 1 im Kapitel 2.3 beschrieben, zu ermitteln.

## Zusammenfassung für Maschinenkonfigurationen mit einer Rundachse

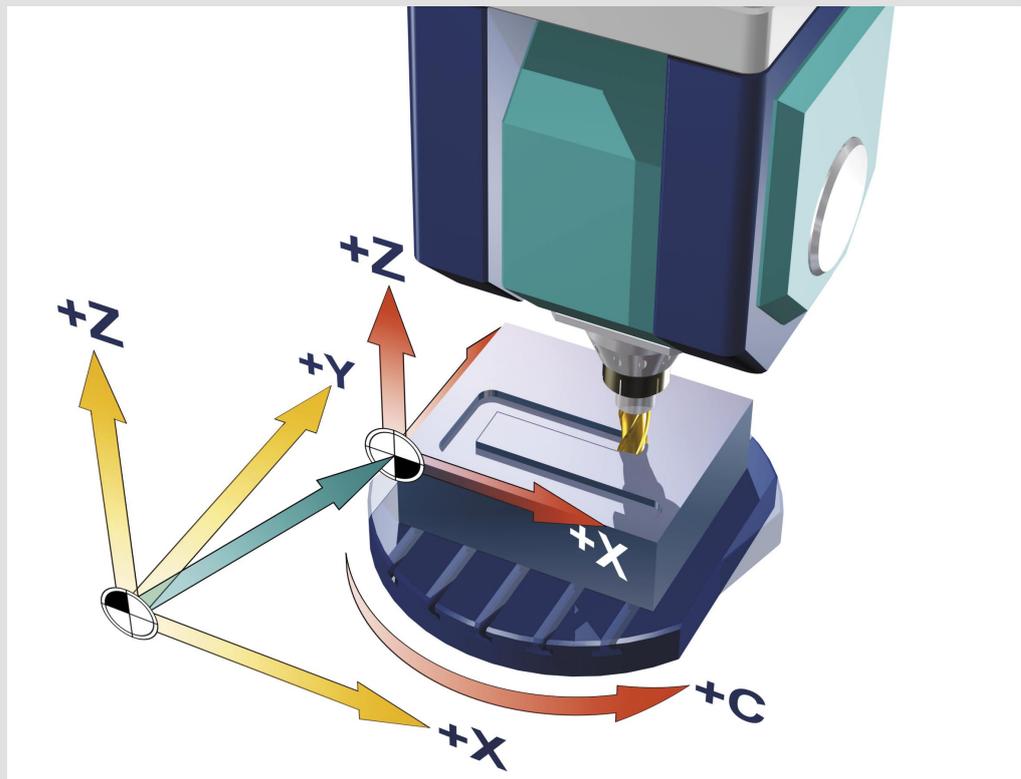
### Maschine mit C-Achse im Tisch

Der Tisch wurde gedreht. Fräsbahnen, die parallel zu den Werkstückkanten verlaufen, verlaufen auch achsparallel zum Maschinenkoordinatensystem. Bei der Programmierung der X-Achse fährt auch die Maschinenachse in X.

#### Beispiel 2



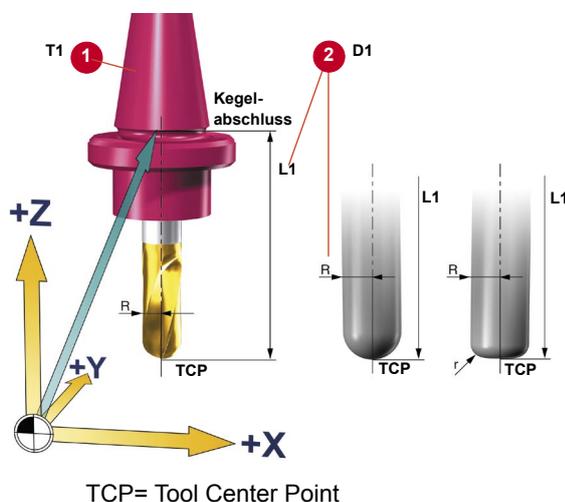
#### Maschinenkinematiken "mit" C-Achse im Tisch



## 2.5 Werkzeuge messen im JOG

Bei der Abarbeitung eines Programms müssen die unterschiedlichen Werkzeuggeometrien berücksichtigt werden. Diese sind als Werkzeugkorrekturdaten in der Werkzeugliste hinterlegt. Beim Aufruf des Werkzeugs berücksichtigt die Steuerung dann die Werkzeugkorrekturdaten. Die Werkzeugkorrekturdaten, d.h. Länge und Radius bzw. Durchmesser können Sie entweder manuell oder mittels Messdose automatisch (Zyklen für Automatikbetrieb) oder halbautomatisch in der Betriebsart JOG ermitteln.

### Werkzeugbezugspunkt



Wie gewohnt wird das Werkzeugmagazin bestückt, die Werkzeugnummern T1, T2 usw. **1** in die Werkzeugtabelle eingegeben und den Werkzeugen eine Werkzeugkorrektur D **2**, bestehend aus Radius "R" und Länge "L1", zugewiesen.

Bei der Erstellung des Geometrieprogramms berücksichtigt das CAM-System schon den Werkzeugdurchmesser. Die berechnete Werkzeugbahn bezieht sich dabei auf den Fräsermittelpunkt (Mittelpunktsbahn).

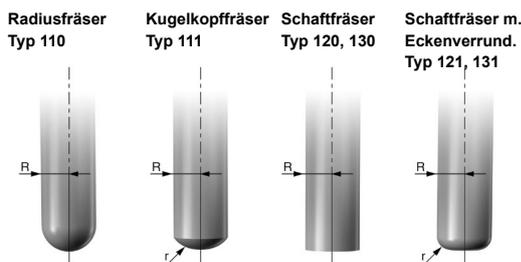
D.h. wenn Sie die Länge Ihrer Werkzeuge vermessen, müssen Sie den gleichen Bezugspunkt (TCP) verwenden wie das CAM-System. Prüfen Sie für die Werkzeuglänge unbedingt, welchen Bezugspunkt der CAM-Programmierer mit L1 bemaßt hat. Der TCP kann entweder auf der Werkzeugspitze oder weiter oben im Fräserwerkzeug liegen z. B. bei Radiusfräsern im Mittelpunkt des Radius.

### TIPP

Die Lage des TCP wird abhängig von der Werkzeugform von CAM-Systemen unterschiedlich festgelegt. Bei Siemens-Steuerungen wird davon ausgegangen, dass der TCP auf der Werkzeugspitze liegt. Gibt das CAM-System eine andere Lage des TCP vor, muss diese Differenz bei der Angabe der Werkzeuglänge berücksichtigt werden

### TIPP

Stimmen Sie sich mit dem CAM-Programmierer ab: Zur Vermeidung starker Werkzeugdurchbiegung sollte der CAM-Programmierer die Werkzeuglänge so kurz wie möglich wählen.



Je nach Werkzeugtyp geben Sie weitere Werkzeugdaten für das Stirnfräsen an.

Bei einem NC-Programm führt die Steuerung an Hand dieser Daten und der im Programm angegebenen Bahnkorrekturen G41, G42 die erforderlichen Bahn- und Längenkorekturen aus.

## Werkzeugkorrekturdaten manuell eingeben

### Allgemeines

Die Werkzeugkorrekturdaten bestehen aus Daten, die die Geometrie, den Verschleiß, die Schneidenummer (D) und den Werkzeugtyp beschreiben. Die Maßeinheit für die Abmessungen des Werkzeugs werden angezeigt.

### Aufgabenstellung

Mit einem Werkzeugvoreinstellgerät wurden die Werkzeugkorrekturdaten "Länge" und "Radius" extern ermittelt und das Werkzeug in das Werkzeugmagazin eingesetzt. Danach sollen die Werkzeugkorrekturdaten eingegeben werden

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Parameter</b>         | Bedienbereich "Parameter" wählen.   |
| <b>Werkzeugkorrektur</b> | "Werkzeugkorrektur" wählen. Sie erhalten folgendes Fenster. Das Eingabefeld ist markiert. |

Parameter	CHAN1	Jog	\MPF.DIR ZZZ_STANDARDZYKLEN.MPF		
Kanal Reset					T-Nr + → Anwahl des nächsten Werkzeugs
Programm abgebrochen				FST	<b>1</b>
<b>Werkzeugkorrekturen</b>				<b>TU-Bereich</b>	T-Nr - → Anwahl des vorhergehenden Werkzeugs
T-Nummer	100	D-Nummer	1	Schneidanzahl	1
Werkzeugtyp	121	Schaftfräser (mit Eckenverr.)			
		Geometrie	Verschleiß	Basis	
<b>Längskorrektur</b>					
Länge 1 :	1.000	1.000	1.300	mm	
Länge 2 :	2.000	2.100	1.400	mm	
Länge 3 :	3.000	3.100	1.500	mm	
<b>Radiuskorrektur</b>					
Radius :	4.000	4.100	mm		
DP7,16 res:	7.000	16.000			
DP8,17 res:	8.000	17.000			
DP9,18 res:	9.000	18.000			
DP10,19 res:	11.000	19.000			
DP11,20 res:	12.000	20.000			
<b>Technologie</b>					
Freiwinkel :	24.000	Grad			
DP25 res:	25.000				
Werkzeug Korrektur	R-Parameter	Settingdaten	Nullpkt. Verschieb	Anwenderdaten	Korrektur ermitteln

**D-Nr +** → Anwahl der nächst höheren Korrekturnummer (Schneide)

**D-Nr -** → Anwahl der nächst niederen Korrekturnummer (Schneide)

**Löschen** → Löschen eines Werkzeuges oder einer Schneide

**Gehe zu** → Suchen eines beliebigen oder des aktiven Werkzeuges

**Übersicht** → Auflistung aller vorhandenen Werkzeuge

**Neu** → Neu Anlegen einer neuen Schneide oder eines neuen Werkzeuges

- |                  |  |
|------------------|--|
| <b>T - Nr. +</b> | Mit "T-Nr. +" bzw. "T-Nr. -" Werkzeug anwählen oder <b>1</b> |
|------------------|--|

- |                  |  |
|------------------|--|
| <b>D - Nr. +</b> | mit "D-Nr. +" bzw. "D-Nr. -" Korrekturdaten anwählen. <b>2</b> |
|------------------|--|



Neue Werte eingeben. **3**

## Werkzeug messen im JOG

### Funktion

Die Funktion "Werkzeug messen" ermöglicht folgende Funktionen:

- Messdose kalibrieren (abgleichen)
- die Werkzeuglänge oder den Radius von Fräsworkzeugen, oder die Werkzeuglänge von Bohrern ermitteln und im Werkzeugkorrekturspeicher eintragen.

### Voraussetzungen

- Messzyklen sind installiert
- Messdose kalibriert und Werkzeug eingespannt

Maschine

Bedienbereich "Maschine" wählen.



Betriebsart "JOG" an der Maschinensteuertafel aufrufen.

Messen  
Werkzeug

"Messen Werkzeug" aufrufen. Es erscheint u. a. folgende Auswahl auf der vertikalen Softkeyleiste: "Länge", "Radius", "Abgleich Messtaster".

Radius

Radius auswählen. Es erscheint folgendes Fenster:



Länge

oder  
Länge auswählen. Es erscheint folgendes Fenster:



Eingabemaske versorgen Versatz (V, positiver Wert) bei Bedarf eingeben.



Mit "NC-Start" läuft der Messvorgang automatisch ab.  
Die Werkzeugkorrekturen „Radius“ oder „Länge 1“ werden berechnet und in die aktiven Werkzeugkorrekturdaten eingetragen.

## 2.6 Werkstück einrichten und Werkzeug messen mit 802D sl - Messen im JOG

Die SINUMERIK 802D sl unterstützt Sie beim Einrichten der Maschine, d. h. des Werkstücks und der Werkzeuge. Für das Messen stellt Ihnen die SINUMERIK 802D sl manuelle und für das Werkzeugmessen auch automatische Messfunktionen zur Verfügung.

### Einrichten des Werkstücks

Das Einrichten erfolgt über ein Ankratzen bzw. Antasten der Werkstücks mit einem manuellen Mess- oder Fräs Werkzeug mit bekannter Geometrie im Betriebsart JOG.

**Messen Werkstück**

"Messen Werkstück" wählen.

**x**

Achse der Werkstückkante wählen, die eingerichtet werden soll (X, Y, Z).

WKS	Position	Repos Versch.	T, F, S
X	0.000	0.000 mm	T 2 D 1
Y	0.000	0.000 mm	F 0.000 120% 0.000 mm/min
Z	-210.371	0.000 mm	S1 0.0 100% 0.0 I
A	0.000	0.000 mm	
G01	G500	G60	

Werkstück messen Kante		Richtung der Achsbewegung	
Speichern in		T	2
Basisverschiebung		D	1
Radius	-		
Distanz	+		
Verschiebung	X <sub>0</sub>		

Aktivieren Sie die Nullpunktverschiebung (G54), in der die gemessene Verschiebung eingetragen werden soll.

Verfahren Sie das Werkzeug bzw. den Messtaster an die Werkstückkante.

**Nullpktv. setzen**

"Nullpktv. setzen" drücken, um die aktuelle Position in die Nullpunktverschiebung zu übernehmen. Für jede Achse wird nun die Nullpunktverschiebung ermittelt.

## Werkzeug messen

Im Einrichtebetrieb können Sie die Korrekturwerte für die Werkzeuge direkt in der Maschine ermitteln. Es stehen Ihnen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Manuelles Messen mit Ankratzen des Werkzeugs an bekannter Werkstückgeometrie
- Halbautomatisches Messen mit der Messdose

## Werkzeug mit Messdose messen

### Voraussetzungen

- Werkzeug ist eingespannt
- Messdose ist kalibriert

Messen  
Werkzeug

"Messen Werkzeug" wählen.

Messen  
auto

"Messen auto" für den automatischen Messvorgang mit Messdose wählen.

Fahren Sie das Werkzeug mittels Handrad an die Messdose. Das Auslösen der Messdose wird angezeigt und die Werkzeugkorrekturdaten werden ermittelt.

The screenshot shows the control interface with the following data:

WKS	Position	Repos	Versch.	T, F, S
X	0.000		0.000 mm	T 2 D 1
Y	0.000		0.000 mm	F 0.000 120% 0.000 mm/min
Z	-210.371		0.000 mm	S1 0.0 100% 0.0 I
A	0.000		0.000 mm	
G01	G500		G60	

Below the table, a diagram titled "Messen Werkzeug auto" shows a tool being measured against a workpiece. The diagram labels "Länge1" (Length 1) and "P5". The measured length is displayed as "Länge1 210.371 mm".

At the bottom of the interface, there are buttons for "Basis setzen", "Messen Werkstück", "Messen Werkzeug", and "Einstellungen". A "Zurück" button is also visible.

Durchmesser

Das Messen des Durchmessers und der Länge des Werkzeugs können Sie nun durchführen. Drücken Sie den entsprechenden Softkey.

Länge 1

## 2.7. Betriebsart AUTOMATIK - Prozessmessen

Beim Prozessmessen in der Betriebsart Automatik werden, spezifisch zur Messaufgabe, NC-Programme (Messzyklen) parametrisiert. Für wiederkehrende Messaufgaben, z. B. Einrichten bei Mehrteilefertigung, können Sie die NC-Programme einfach ausführen und die Werkstücke werden automatisch vermessen, ausgerichtet bzw. die Werkzeuge vermessen.

### Messzyklen für das Prozessmessen von Werkstücken

Für das Prozessmessen stehen Ihnen praxisgerechte Messzyklen zur Verfügung.

- Die Messzyklen können Sie innerhalb des NC-Programms über die Softkeys **Messen Fräsen > Werkstück messen** anwählen.



Die Softkeys zum Prozessmessen finden Sie auf der erweiterten Softkeyleiste. Zu dieser Softkeyleiste wechseln Sie, in dem Sie den Erweiterungspfeil drücken > (1).

The screenshot shows the Siemens CNC control interface. At the top, the program name is 'FRAES\_SUEL\_KORR' and the mode is 'AUTO'. The editor displays the following code:

```

N05 G1 G17 G55 G90 T1 F1250
N10 Z100
N15 X0 Y0
N20 Z35

N95 Z100
N100 M30
=eof=
    
```

On the right side, an extended softkey menu is visible with the following options:

- Bohrung Welle → Bohrung/Welle messen
- Nut Steg → Nut/Steg messen
- Fläche → Fläche messen
- Winkel → Winkel messen
- Ecke → Ecke messen
- >> → Weiter zu Kugel und Rechteck messen
- << → zurück

A red circle with the number '1' highlights the right-pointing arrow key (>) at the bottom of the menu, which is used to switch to this extended menu.

## Messen des Werkstücks im Automatikbetrieb

Am Beispiel des Einrichtens des Werkstücks mit Hilfe der Messzyklen Ecke setzen (CYCLE961) und Fläche messen - 1-Punkt-Messung (CYCLE978), wird Ihnen der Ablauf exemplarisch dargestellt.

### Voraussetzungen

- Messzyklen sind installiert
- Werkstück ist aufgespannt
- Messtaster ist kalibriert, aktiv und in der Spindel eingespannt; Werkzeugkorrektur ist aktiv

### Ecke setzen/messen für X/Y-Achsen:

- ▶ Erstellen Sie ein neues Programm für das Einrichten des Werkstücks.
- ▶ Wählen Sie den Messzyklus **Ecke messen** an.
- ▶ Wählen Sie die Lage der Ecke und die Anzahl der Messpunkte (1)
- ▶ Sie können festlegen, ob das Ergebnis der Messung eine Korrektur oder nur ein Messvorgang sein soll (2).
  - Korrektur in die Nullpunktverschiebung mit Angabe der NPV
  - Korrektur in die Werkzeugkorrekturdaten
  - Nur Messung
- ▶ Parametrieren Sie den Messvorgang und den Messtaster (3).
- ▶ Tragen Sie die groben Maße der zu vermessenden Ecke ein. Das Hilfebild unterstützt Sie bei der Eingabe (4).

Programm	CHAN 1	AUTO	WKS.DIR\SCHMAUSS.WPD C961_ECKE.MPF
Kanal RESET		Programm abgebrochen	
ROV			
Ecke messen/CYCLE961			Vermessen Innen- oder Außenecke
Alternativ			
Abstand Winkel			
Punktvorgabe			
Abbruch			
OK			

Lage der Ecke	außen	<input checked="" type="radio"/>
Anzahl Punkte	4-Punkt	
Korrektur	NV-Korrektur	
Nullpunktv.	G54-G57,G505..	
Nummer NV	57.0000	
Messtasternr.	_PRNUM	2.0000
Messwegfaktor	_FA	2.0000
Bereich	_TSA	10.0000
Rückzugweg	_ID	50.0000
Winkel	_STA1	7.5000
Winkel Kanten	_INCA	78.0000
Abstand 1	_SETV[0]	80.0000
Abstand 2	_SETV[1]	60.0000

## Punkt Messen für Z-Achse:

- ▶ Wählen Sie den Softkey **Fläche** an.
- ▶ Sie können festlegen, ob das Ergebnis der Messung eine Korrektur oder nur ein Messvorgang sein soll (1).
  - Korrektur in die Nullpunktverschiebung mit Angabe der NPV
  - Korrektur in die Werkzeugkorrekturdaten
  - Nur Messung
 Da Sie hier das Werkstück einrichten, erfolgt die Korrektur in die NPV.
- ▶ Tragen Sie die groben Maße des Punkts ein (2).
- ▶ Parametrieren Sie den Messvorgang und den Messtaster (3).

Programm CHAN 1 AUTO \WKS.DIR\SCHMAUSS.WPD  
C961\_ECKE.MPF  
Kanal RESET Programm abgebrochen  
ROV

1 Pkt. messen/CYCLE978 Messen mit oder ohne 180° Spindelumschlag

Umschlag 180° ohne Umschlag

Korrektur 1 NV-Korrektur

Nullpunkt. G54-G57,G505..

z

x

SETVAL

2 Sollwert

3 Bereich

1 Nummer NV 57.0000

Sollwert	_SETVAL	0.0000
Messachse	_MA	3
Messwegfaktor	_FA	2.0000
Bereich	_TSA	5.0000
Messtasternr.	_PRNUM	2.0000

Abbruch

OK

## Messzyklen für das Prozessmessen von Werkzeugen

Für das Prozessmessen von Werkzeugen steht Ihnen ein praxisgerechter Messzyklus zur Verfügung. Der Zyklus ermittelt die Länge und den Durchmesser des Werkzeugs mit Hilfe der kalibrierten Messdose.

- ▶ Die Messzyklen können Sie innerhalb des NC-Programms in der erweiterten Softkeyleiste über die Softkeys **Messen Fräsen > Werkzeug messen** anwählen.

### Voraussetzungen

- Messzyklen sind installiert
- Messdose ist kalibriert
- Werkzeug ist eingespannt

## Messen Werkzeug im Automatikbetrieb

Im Automatikbetrieb können Sie die Werkzeugdaten automatisch messen oder als Werkzeugkorrektur eintragen. Im folgenden Beispiel erstellen Sie ein Programm, das die Werkzeuglänge und den Radius ermittelt und in die Werkzeugkorrektur einträgt.

### Ermitteln der Werkzeuglänge:

- ▶ Erstellen Sie ein neues Programm für das Messen des Werkzeugs.
- ▶ Wählen Sie den Messzyklus **Werkzeug messen**.
- ▶ Der Messvorgang erfolgt bei stehender Spindel und die Messwerte werden in die Werkzeuggeometriekomponente eingetragen (1).
- ▶ Wählen Sie die Länge als Messwert (2).
- ▶ Parametrieren Sie den Messvorgang (3).

Programm	CHAN 1	AUTO	MPF.DIR C977_BOHRUNG.MPF																																												
Kanal RESET		Programme abgebrochen																																													
ROV																																															
Werkz. messen/CYCLE971			Werkzeug messen mit stehender Spindel																																												
Alternativ																																															
		<table border="1"> <tr> <td>Spindeldreh.</td> <td>1</td> <td>steh. Spindel</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Koor.-System</td> <td></td> <td>WKS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wz-Parameter</td> <td></td> <td>Geometrie</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Länge, Radius</td> <td>2</td> <td>Länge</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versatz Länge</td> <td></td> <td>Mittelpunkt</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versatz</td> <td>_ID</td> <td>3.0000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messwegfaktor</td> <td>_FA</td> <td>2.0000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Bereich</td> <td>_TSA</td> <td>1.0000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toleranz</td> <td>_TZL</td> <td>0.2000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Maßdifferenz</td> <td>_TDIF</td> <td>0.5000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Messtasternr.</td> <td>_PRNUM</td> <td>1.0000</td> <td></td> </tr> </table>		Spindeldreh.	1	steh. Spindel		Koor.-System		WKS		Wz-Parameter		Geometrie		Länge, Radius	2	Länge		Versatz Länge		Mittelpunkt		Versatz	_ID	3.0000		Messwegfaktor	_FA	2.0000		Bereich	_TSA	1.0000		Toleranz	_TZL	0.2000		Maßdifferenz	_TDIF	0.5000		Messtasternr.	_PRNUM	1.0000	
Spindeldreh.	1	steh. Spindel																																													
Koor.-System		WKS																																													
Wz-Parameter		Geometrie																																													
Länge, Radius	2	Länge																																													
Versatz Länge		Mittelpunkt																																													
Versatz	_ID	3.0000																																													
Messwegfaktor	_FA	2.0000																																													
Bereich	_TSA	1.0000																																													
Toleranz	_TZL	0.2000																																													
Maßdifferenz	_TDIF	0.5000																																													
Messtasternr.	_PRNUM	1.0000																																													
Abbruch																																															
OK																																															

### Ermitteln des Werkzeugradius:

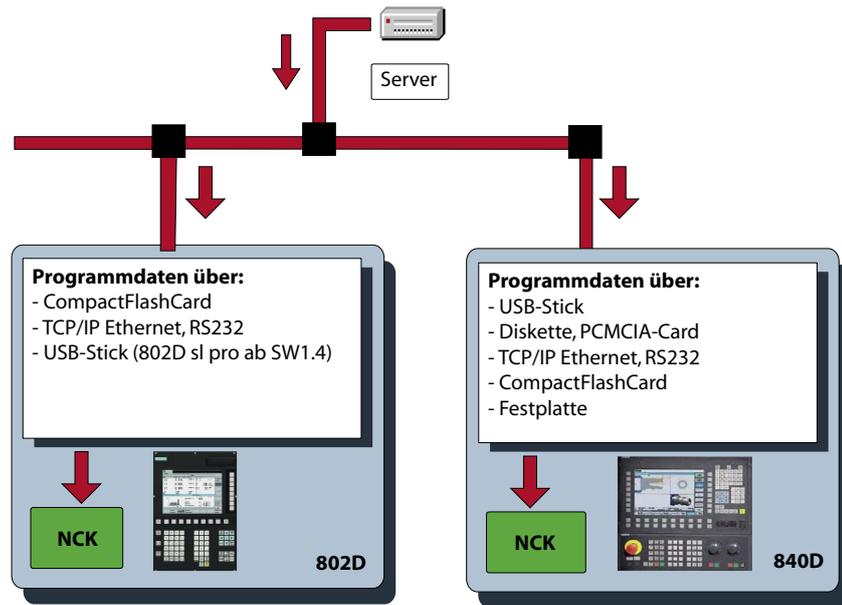
- ▶ Der Messvorgang erfolgt bei drehender Spindel und die Soll/Ist-Differenz wird in den Verschleiß des Radius eingetragen (1).
- ▶ Wählen Sie den Radius als Messwert (2).
- ▶ Parametrieren Sie den Messvorgang (3).

Programm	CHAN 1	AUTO	\MPF.DIR C977_BOHRUNG.MPF
Kanal RESET		Programm abgebrochen	
ROV			
Werkz. messen/CYCLE971		Werkzeug messen mit drehender Spindel	
	Spindeldreh.	dreh. Spindel	<input checked="" type="radio"/>
	Koor.-System	1	WKS
	Wz-Parameter		Verschleiss
	Länge, Radius	2	Radius
	Messachse		1. Achse
	Versatz	_ID	3.0000
	Messwegfaktor	_FA	2.0000
	Bereich	_TSA	1.0000
	Toleranz	_TZL	0.2000
	Maßdifferenz	_TDIF	0.5000
Messtasternr.	_PRNUM	1.0000	
<input type="button" value="Alternativ"/>			
<input type="button" value="Abbruch"/>			
<input type="button" value="OK"/>			

## 2.8 Programmdatenübergabe/Programme managen

NC-Programme werden auf der Steuerung gespeichert, gegebenenfalls in den NCK Arbeitsspeicher geladen und auf der Maschine abgearbeitet.

Bei Formenbauprogrammen, die meistens aus Technologie- und Geometrieprogrammen bestehen, ist das Geometrieprogramm jedoch mit bis zu 100 MB oft so groß, dass es nicht mehr auf den NCK Arbeitsspeicher passt bzw. nicht abgearbeitet werden kann. Daher muss das Formenbauprogramm auf externe Speicher ausgelagert und sukzessive abgearbeitet werden können.



### Externe Programmspeicher (Hardwarekonfiguration)

Abhängig vom System, der vorhandenen Bedienoberfläche (HMI) und den erworbenen Optionen können Sie externe Programmspeicher mit folgenden Eigenschaften nutzen:

- TCP/IP Ethernet (Netzlaufwerke), serielle Schnittstelle RS232/V.24 (geringe Datenrate)
- Festplatte (PCU 50)
- Compact Flash Card (TCU, 802D)
- USB-Schnittstelle (USB-Stick)
- PCMCIA-Card (PCU20)
- Diskette

### Aufruf der Programmdaten im Externen Speicher mit EXTCALL

Im Hauptprogramm wird ein EXTCALL-Befehl programmiert, der das ausgelagerte Programm entsprechend dem Netzwerkpfad auf dem Server, der USB-Schnittstelle, Festplatte usw. aufruft. Mit EXTCALL können Sie ein Programm vom HMI von einem externen Medium nachladen. Dabei können alle Programme, die über die Verzeichnis-Struktur des HMI erreichbar sind, nachgeladen und abgearbeitet werden.

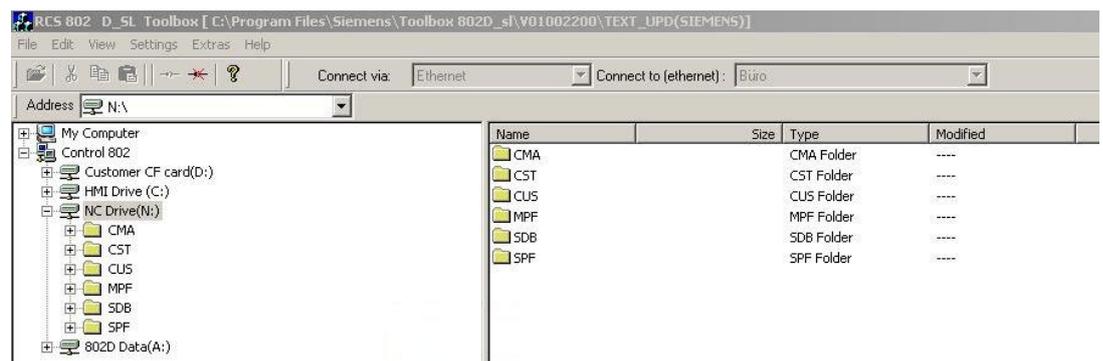
## Vorgehensweise beim Aufruf des Geometrieprogramms mit EXTCALL

- ▶ Definieren Sie im Maschinendatum SD 42700: EXT\_PROG\_PATH das Quellverzeichnis zum Geometrieprogramm z. B. auf einem Server "\\R4711\workpieces\subprograms". Die Voreinstellung ist optional. Die Angabe des Verzeichnisses kann auch erst beim Aufruf mit EXTCALL angegeben werden.
- ▶ Programmieren Sie den Geometrieprogrammaufruf z. B. SAMPLE im Hauptprogramm. Abhängig von der Steuerung und des Ablageorts, unterscheidet sich der Aufruf.
  - PCU 50, Unterprogramm liegt auf der Festplatte  
EXTCALL "sample"
  - PCU 20, 802D, Unterprogramm liegt direkt auf der CompactFlashCard  
EXTCALL "C:\sample.spf"
  - PCU 20, 802D, Unterprogramm liegt im Verzeichnis auf der CompactFlashCard  
EXTCALL "C:\programs\sample.spf"
  - Mit Ethernet verbundenes Netzwerk und Pfad im Maschinendatum SD 42700  
EXTCALL "sample.spf"
  - Mit Ethernet verbundenes Netzwerk und kein Pfad im Maschinendatum SD 42700  
EXTCALL "\\myserver\programs\workpieces\sample.spf"

## Große Programme managen mit 802D sl – RCS-Tool

Mit dem RCS-Tool (Remote Control System) steht Ihnen für Ihren PC/PG ein Explorer-Tool zur Verfügung, das Sie bei der täglichen Arbeit mit der SINUMERIK 802D sl unterstützt. Die Verbindung zwischen Steuerung und PC/PG kann entweder über ein RS232-Kabel, Peer to Peer-Kabel oder ein lokales Netzwerk (Option) erfolgen.

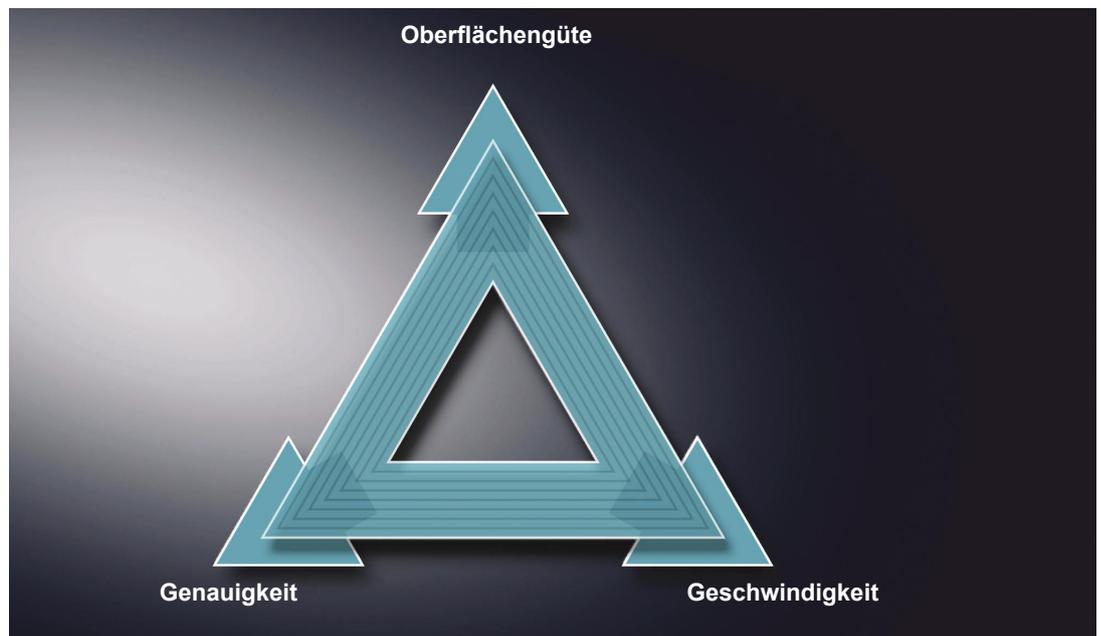
Beim Abarbeiten von Extern mit 802D sl müssen Sie beachten, dass auf der CF-Card keine Programme editiert werden können. Sind diese größer als der NCK-Speicher, müssen Sie die Programme extern editieren (z. B. PC). Für diesen Anwendungsfall steht Ihnen das RCS-Tool zur Verfügung. In einer übersichtlichen Explorer-Darstellung können Sie die Programme oder andere Daten kopieren, verschieben und löschen.



## 2.9 High Speed Settings – CYCLE832

### Anwendung

Mit dem CYCLE832 der SINUMERIK 840D können Sie den Ablauf von CAM-Programmen beeinflussen. Er dient zur technologischen Unterstützung bei der Bearbeitung von Freiformkonturen im 3 Achsen Hochgeschwindigkeitsbearbeitungsbereich (High Speed Cutting - HSC). Der CYCLE832 fasst die wesentlichen Programmierbefehle bzw. G-Codes zusammen, die zur HSC-Bearbeitung erforderlich sind.



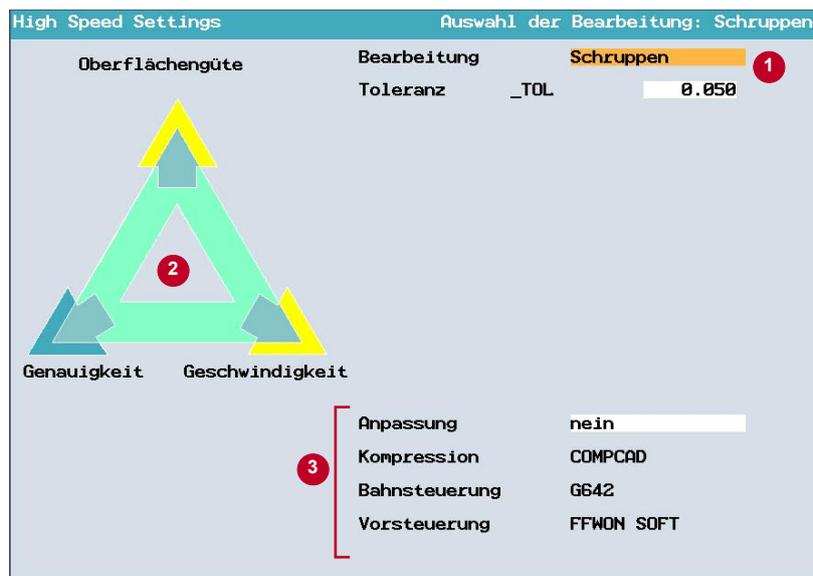
Beim Abarbeiten von CAM-Programmen im HSC-Bereich müssen von der Steuerung hohe Vorschübe bei kürzesten NC-Sätzen verarbeitet werden. Dabei wird eine gute Oberflächenqualität bei hoher Genauigkeit im  $\mu\text{m}$  Bereich bei großen Bearbeitungsvorschüben  $>10$  m/min erwartet. Durch verschiedene Bearbeitungsstrategien können Sie mit Hilfe des CYCLE832 das Programm feinstabstimmen.

- Bei der **Schruppbearbeitung** wird durch Überschleifen der Kontur die Gewichtung auf die Geschwindigkeit gelegt.
- Bei der **Schlichtbearbeitung** wird die Gewichtung auf die Genauigkeit und Oberflächenqualität gelegt.

In beiden Fällen wird durch Angabe einer Toleranz die Bearbeitungskontur eingehalten, um die gewünschte Oberflächenqualität bzw. -genauigkeit zu erreichen. Bei der Schruppbearbeitung wird in der Regel die Toleranz größer als bei der Schlichtbearbeitung gewählt.

### Aufruf CYCLE832 im Menübaum HMI

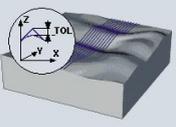
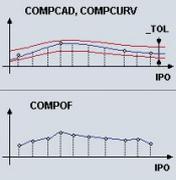
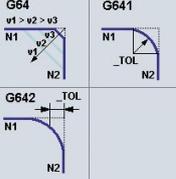
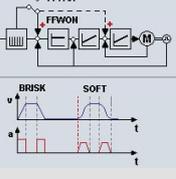
<b>Programme</b>	Bedienbereich "Programme" aufrufen.
<b>Fräsen</b>	Softkey "Fräsen" drücken.
<b>&gt;&gt;</b>	Weitere Softkeys anzeigen.
<b>High Speed Settings</b>	"High Speed Settings" drücken. Der Zyklus wird aufgerufen.



Entsprechend der Parameter-Wahl ❶ zeigen die gelben Pfeile ❷ entweder in Richtung "Geschwindigkeit", "Oberflächengüte" oder in Richtung "Genauigkeit". Die weiteren Optionen ❸ werden vom Maschinenhersteller freigeschaltet und sind in der Regel mit Passwort geschützt.

## Parameter für den High Speed Setting Zyklus

Der Anwender muss im Feld **Bearbeitung** nur zwischen Schlichten, Vorschlichten und Schruppen wählen und im Feld **Toleranz** einen Wert angeben. Die Angaben in allen anderen Feldern werden bereits vom Maschinenhersteller eingetragen. Über das Feld **Anpassung** kann der Maschinenhersteller die weiteren Felder freigeben (Passwortschutz).

<b>Bearbeitung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schlichten (default)</li> <li>■ Vorschlichten</li> <li>■ Schruppen</li> <li>■ Abwahl</li> </ul>	Mit dem Aufruf "Abwahl" werden die geänderten Maschinen-/Settingdaten auf den vom Maschinenhersteller voreingestellten Wert zurückgestellt
<b>Toleranz_Tol.</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sehnentoleranz</li> </ul> (Sehnentoleranz ist vom CAM-System zu übernehmen bzw. mit Faktor 1,2 ... 1,5 zu gewichten)	Toleranz der Linear-/Rundachsen, Defaulteinstellungen: -> 0.01 mm/ 0.08° (Schlichten) -> 0.05 mm/ 0.4° (Vorschlichten) -> 0.1 mm/ 0.8° (Schruppen) -> 0.1 mm/ 0.1° (Abwahl)
<b>Anpassung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ ja</li> <li>■ nein</li> </ul>	-> Nachfolgende Felder sind änderbar -> Nachfolgende Felder sind nicht sichtbar Die Freischaltung erfolgt durch den Maschinenhersteller
<b>Kompression</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ COMPOF (default)</li> <li>■ <b>COMPCAD</b></li> <li>■ B-SPLINE</li> </ul>	-> Kompressor aus -> Kompressor ein, beschleunigungsstetig für die Formenbauanwendungen -> Ruckstetig für das Umfangsfräsen -> Spline-Interpolation
<b>Bahnsteuerung</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>G642 (default)</b></li> <li>■ G641</li> <li>■ G64</li> </ul>	-> Überschleifen mit Einzelachstoleranzen -> Programmierbarer Überschleifabstand -> Bahnsteuerbetrieb  Bei NC-Satz Kompressor mit COMPCAD, ist immer G642 fest ausgewählt.
<b>Vorsteuerung</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ FFWOF SOFT</li> <li>■ FFWON SOFT</li> <li>■ FFWOF BRISK</li> </ul>	-> Ohne Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung -> Mit Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung -> Ohne Vorsteuerung, ohne Ruckbegrenzung  Die Auswahl der Vorsteuerung (FFWON) und der Ruckbegrenzung (SOFT) setzt die Optimierung der Steuerung bzw. der Bearbeitungsachsen durch den Maschinenhersteller voraus.

**Hinweise**

- Der CYCLE832 beruht auf der Verwendung von G1-Sätzen. Bei Verwendung von G2/G3 und CIP-Programmen ist die Toleranz nicht wichtig.
- Bei Änderungen, sollte man sich nach dem Toleranzwert, der im CAM-Programm angegeben ist richten. Kleinere Toleranzen als dort angegeben sind nicht sinnvoll.
- Bitte beachten Sie, dass es Abhängigkeiten zwischen den Feldern gibt: Ist z. B. die **Kompression** ausgeschaltet, kann man unter **Bahnsteuerung** verschiedene Arten des Verschleifens wählen.

**TiPP**

Weitere Hinweise entnehmen Sie dem Kapitel 3.5, in dem die einzelnen Parameter im Detail beschrieben sind.

### Programmierung

Idealerweise programmieren Sie den CYCLE832 im übergeordneten NC-Rahmenprogramm, das das Geometrieprogramm aufruft. Hierdurch können Sie den Zyklus auf die gesamte Geometrie oder, je nach Transparenz des CAM-Programms, auf einzelne Programmabschnitte bzw. Freiformflächen anwenden.

**TiPP**

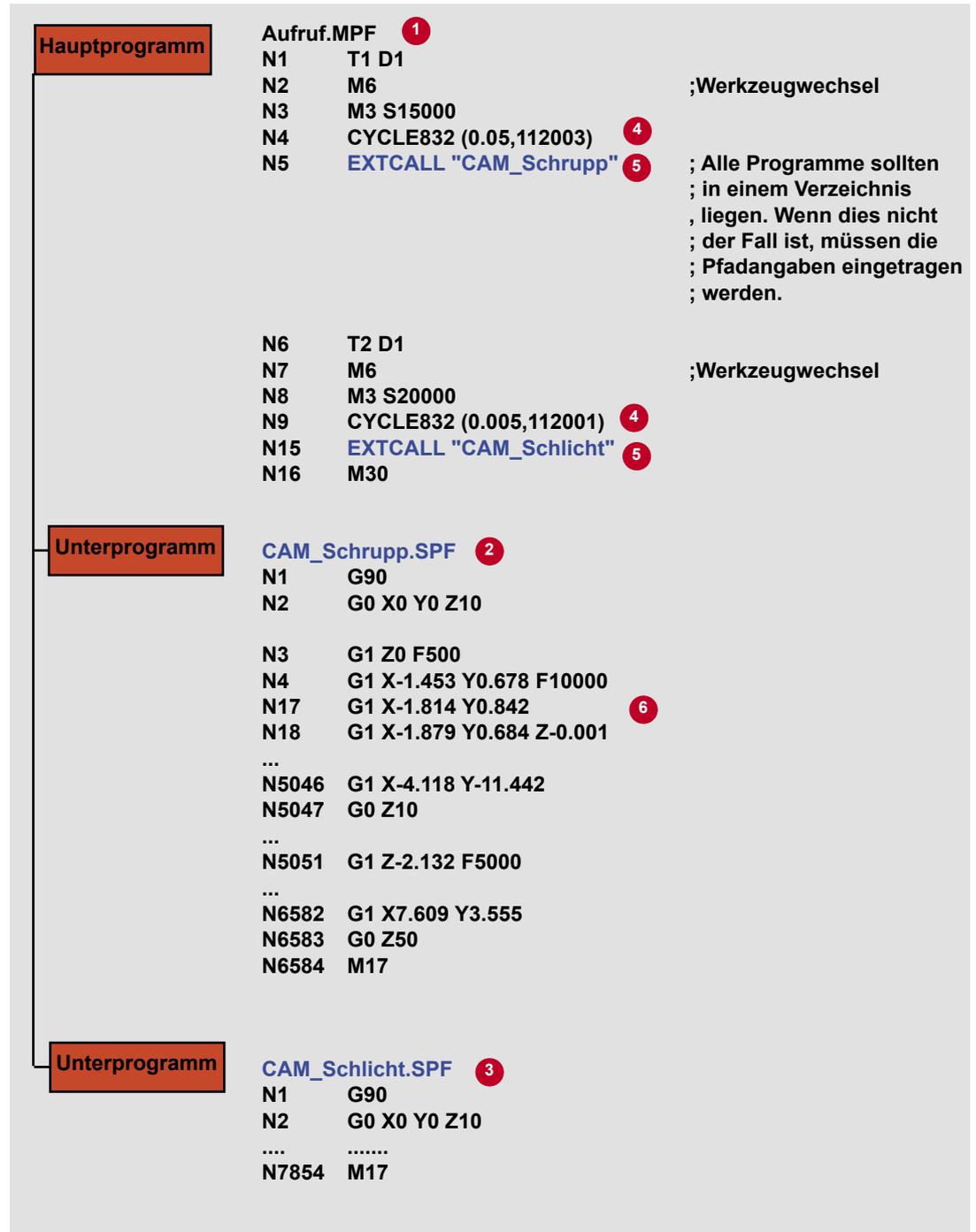
Hinweise zur optimalen Programmstruktur entnehmen Sie dem Kapitel 1.4, speziell für CYCLE832 beachten Sie die Kapitel 2.10.

## 2.10 Programmstruktur für den Formenbau

### Vorschlag für eine sinnvolle Programmstruktur mit CYCLE 832

Für die Bearbeitung erstellt man ein Hauptprogramm **1**, das alle Technologiedaten enthält. Das Hauptprogramm ruft ein oder mehrere Unterprogramme **2**, **3** auf, die die Geometriedaten des Werkstücks enthalten. Die Aufteilung in die Unterprogramme wird durch den Werkzeugwechsel bestimmt.

**Beispiel**



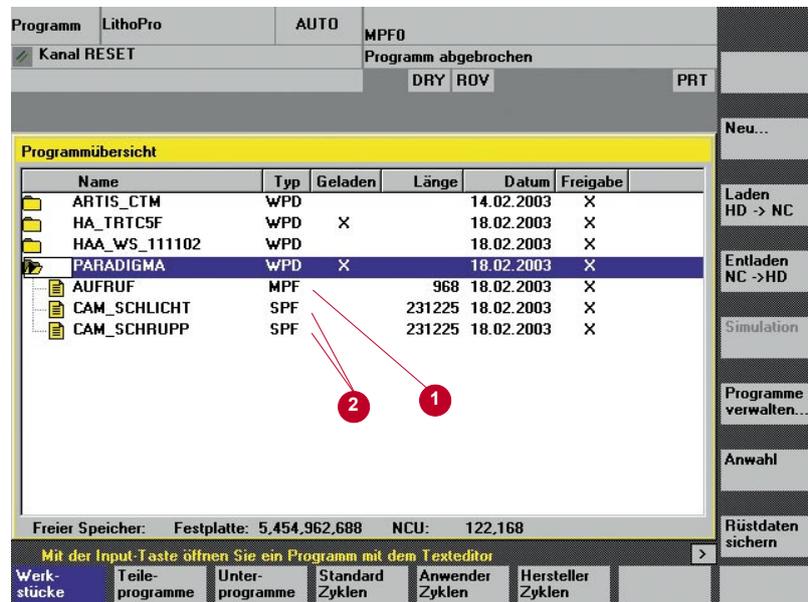
**Hauptprogramm:** Das Hauptprogramm enthält die beiden für das Fräsen wichtigen Funktionen, CYCLE832 ④ und EXTCALL ⑤.

**CYCLE832 ④:** Der CYCLE832 wurde speziell für die dargestellte Programmstruktur mit Trennung in Technologie- und Geometriedaten entwickelt. Im CYCLE832 definiert man die Bearbeitungstechnologie für das Fräsen. Für das Schruppprogramm "CAM\_Schrupp" mit T1 wurden im CYCLE832 die Parameter in Richtung hohe Geschwindigkeit gesetzt. Für das Schlichtprogramm "CAM\_Schlicht" wurden die Parameter in Richtung hohe Genauigkeit und Oberflächengüte gesetzt.

**EXTCALL ⑤:** Da CAM-Programme i. d. R. sehr groß sind, werden sie auf einem externen Speicher ausgelagert. Der EXTCALL ruft die Unterprogramme von dem externen Speicher auf.

**Unterprogramm:** Im Unterprogramm folgen auf G90 für Absolutprogrammierung sofort die Geometriesätze. In unserem Beispiel sind dies Sätze für das 3-Achsfräsen ⑥.

## 2.11 Programm anwählen/starten/stoppen/abbrechen/fortsetzen



**Maschine**

Bedienbereich "Maschine" wählen.

**AUTO**

Betriebsart "Automatik" wählen.

**Programm-  
übersicht**

"Programmübersicht", "Werkstückübersicht" wählen. Gewünschtes "Werkstückverzeichnis" markieren und öffnen.

**Werkstücke**

**Anwahl**

Im Werkstückverzeichnis das Teileprogramm ❶ markieren - hier ist es das Programm "Aufruf.MPF" und "Anwahl" drücken.



Mit "NC-Start" Teileprogramm starten. Es ruft die Geometrieprogramme "Schrupp.SPF" ❷ und "Schlicht .SPF" auf, die vom externen Speicher während der Bearbeitung blockweise in die Steuerung geladen werden.



Mit "NC-Stop" Teileprogramm stoppen.



Mit "Reset" Teileprogramm abbrechen.

### Hinweis

Ein mit "NC-Stop" unterbrochenes Teileprogramm kann mit "NC-Start" fortgesetzt werden. Ein mit "Reset" unterbrochenes Teileprogramm wird von Anfang an abgearbeitet, wenn "NC-Start" gedrückt wird bzw. mit Satzsuchlauf an die Unterbrechungsstelle springen und dort das Programm fortsetzen.

## 2.12 Programm unterbrechen

### REPOS – Wiederanfahren nach Unterbrechung

#### Funktion

Nach Programmunterbrechung mit NC-Stop kann z. B. das Werkzeug in der Betriebsart JOG von der Kontur weggefahren werden, z. B. um die Schneide des Werkzeugs zu überprüfen. Die Steuerung speichert die Koordinaten der Unterbrechungsstelle. Verfahrene Wegdifferenzen der Achsen werden angezeigt.

#### Bedienung



Ausgangssituation: Programmunterbrechung mit "NC-Stop".



Bedienbereich "Maschine" wählen.



Betriebsart "JOG" wählen.



Rückpositionieren nach Programmunterbrechung.



Achsen wählen.



Achsen nach angezeigter Wegdifferenz bis zur Unterbrechungsstelle fahren. Das Überfahren der Unterbrechungsstelle ist gesperrt.



Umschalten von Betriebsart "JOG" in Betriebsart "Automatik".



Bearbeitung fortsetzen.

## Beschleunigter externer Satzsuchlauf ohne Berechnung

### Funktion

Diese Funktion der SINUMERIK 840D wurde speziell für Programme entwickelt, die mit EXTCALL aufgerufen werden. Sie eignet sich daher hervorragend für große Programme, die von CAM-Systemen kommen.

Nach einem Abbruch der Bearbeitung mit "Reset" kann über die Funktion "Beschleunigter externer Satzsuchlauf ohne Berechnung" eine beliebige Stelle im Teileprogramm angewählt werden, an der die Bearbeitung gestartet oder fortgesetzt werden soll.

### Bedienung



Ausgangssituation: Programmunterbrechung mit "Reset".

#### Beispiel

```

Aufruf.MPF 1
N1      G54
N2      T1 D1
N3      M3 S15000
N4      CYCLE832 (0.05,112003)
N5      EXTCALL "CAM_Schrupp"
N6      T2 D1
N7      M3 S20000
N8      CYCLE832 (0.005,112001)
N16     EXTCALL "CAM_Schlicht" 3
N10     M30
  
```

```

CAM_Schrupp.SPF 1
N1      G90
N2      G0 X0 Y0 Z10

N3      G1 Z0 F500
N4      G1 X-1.453 Y0.678 F10000
N17     G1 X-1.814 Y0.842
N18     G1 X-1.879 Y0.684 Z-0.001
  
```

```

CAM_Schlicht.SPF
N1      G90
  
```

Satz-  
suchlauf

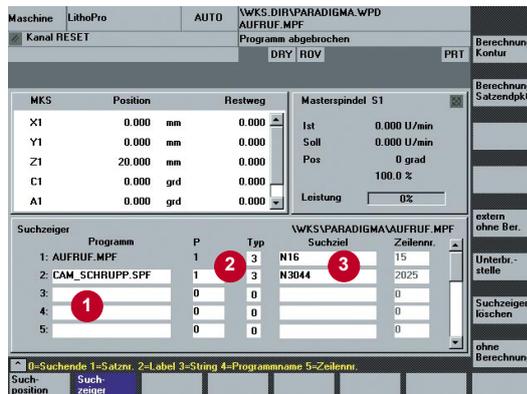
Softkey "Satzsuchlauf" drücken.

Suchzeiger

Softkey "Suchzeiger" drücken.

Unterbr.  
stelle

Softkey "Unterbrechungsstelle" drücken.



Mit Drücken des Softkeys "Unterbrechungsstelle" wird die Maske mit dem kompletten Programmablauf ❶ bis zur Unterbrechungsstelle ausgefüllt:

Im Beispiel ruft das Hauptprogramm "Aufruf.MPF" das Unterprogramm "CAM\_Schrupp.SPF" auf. Der EXTCALL für das Unterprogramm steht in Satz N16 ❷. In "CAM\_Schrupp.SPF" steht Satz 3044 an dem abgebrochen wurde.

### Jetzt gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Im Unterprogramm direkt an die Unterbrechungsstelle springen:  
Softkey "Extern ohne Berechnung" drücken. Der Zeiger springt sofort zum Satz 3044.
2. Im Unterprogramm zu einem beliebigen Ziel springen:  
Hierzu einen (Such-)Typ ❷ auswählen – für eine Suche in Externen Programmen immer Typ 3 für eine String-Suche wählen. Geben Sie die Typnummer und daneben den gewünschten Suchtext z. B. Satz- oder Zeilennummer an.

extern  
ohne Ber.

Softkey "Extern ohne Berechnung" drücken.

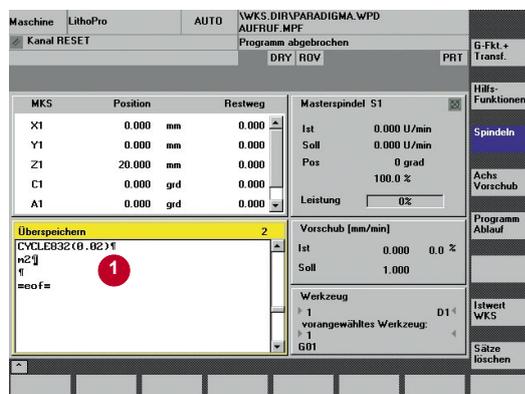


Bearbeitung am Zielsatz fortsetzen.

Über-  
speichern

### Korrekturen

Während der Eingabe bei CYCLE-Stop wird Ihnen die Funktion "Überspeichern" angeboten, die Ihnen die Möglichkeit bietet, vor dem Programmstart den Zielsatz zu korrigieren.



Ein typischer Fall ist hier dargestellt, in dem die Kompressortoleranz nachträglich geändert werden soll. Hierzu wurde der CYCLE832 aufgerufen und die Kompressortoleranz manuell auf 20 µm geändert ❶. Dies war mit der Eingabe von nur einem einzigen Parameter (Toleranz = 0,02) möglich. Der CYCLE832 wird jetzt abgearbeitet, bevor das Hauptprogramm gestartet wird.



Die Toleranz wird mit NC-Start wirksam.

## 2.13 Programmübersicht/Status Externe Programme

### Funktion

Beim Abarbeiten von Programmen von Extern können Sie sich den aktuellen Status bzw. die Laufzeit des Programms anzeigen lassen.

### Anzeige des Status bei 840D Standard HMI

**Programm Übersicht**

Wählen Sie im Bedienart "Automatik" den Softkey **Programm Übersicht**. Die Programmübersicht wird angezeigt.

**Externe Programme**

Wählen Sie den Softkey **Externe Programme**.

Name	Typ	Länge	NC-Name	Kanal	UP	Status
CALL	MPF	61	13.07.2007 07:51:53	X		
FIN_G01_STANDARD	MPF	EXT	1383936 13.07.2007 07:52:13	X		
ROUGH_G1_STANDARD	MPF		193948 13.07.2007 07:52:23	X		
JETFORM	WPD		12.04.2007 14:43:35	X		
MATHE_COS_EXP	WPD		28.06.2006 11:31:59	X		
MATHE_SPLINE_C	WPD		28.06.2006 11:31:59	X		
PLATE_BLOCK	WPD		28.06.2006 11:31:59	X		
PLATE_FLANGE	WPD		28.06.2006 11:31:59	X		
PLATE_LEVER	WPD		28.06.2006 11:31:59	X		
WINC	WPD		28.06.2006 11:31:59	X		

Freier Speicher: Festplatte: 4.071.297.024 NCU: 2.324.384

In der aufgeblendeten Übersicht wird der aktuelle Status des externen Programms in Prozent angezeigt.

Name	Typ	Länge	NC-Name	Kanal	UP	Status
\\wks\\mold_gr\\geo_schrupp_cip	MPF	231281	NCU840D	1	0	6%

## 2.14 Simulation des Teileprogramms

### Funktion

Mit Hilfe der Simulation erhalten Sie einen Überblick der einzelnen Bearbeitungsschritte und können die Programmierung der Werkstücks überprüfen.

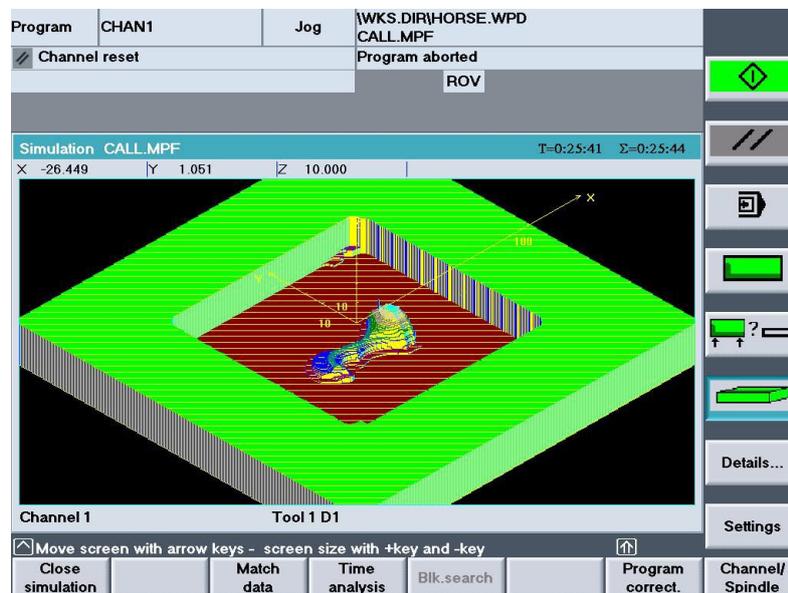
#### Anwahl der Simulation:

- Wählen Sie im Programmierer den Softkey **Simulation**.

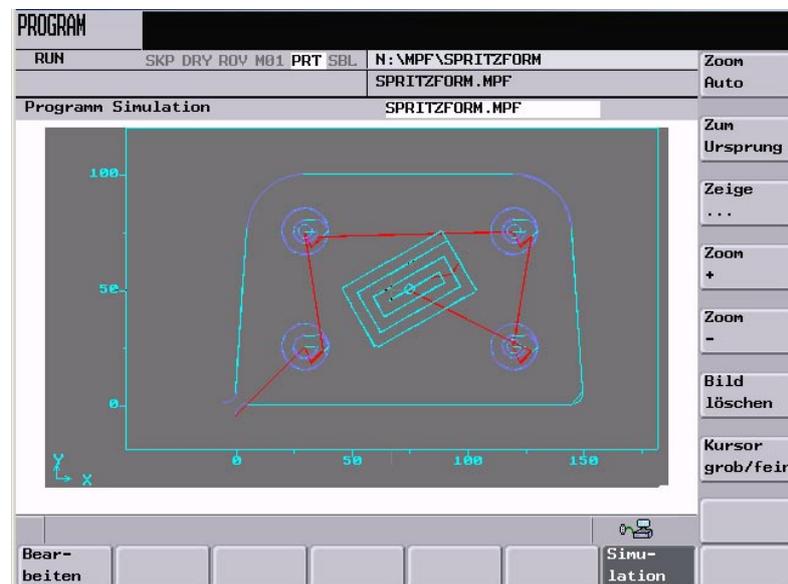
#### Funktionen der Simulation in Abhängigkeit von der Steuerung:

- Darstellung der Simulation in den 3-Ebenen (840D) bzw. der Bearbeitungsebene (802D sl)
- Drehen, Skalieren und Zoomen der Darstellung
- 3-D-Volumenmodell in beliebiger Ansicht und beliebigen Schnitten (nur 840D)

**Beispiel  
Simulation  
840D**



**Beispiel  
Simulation  
802D sl**



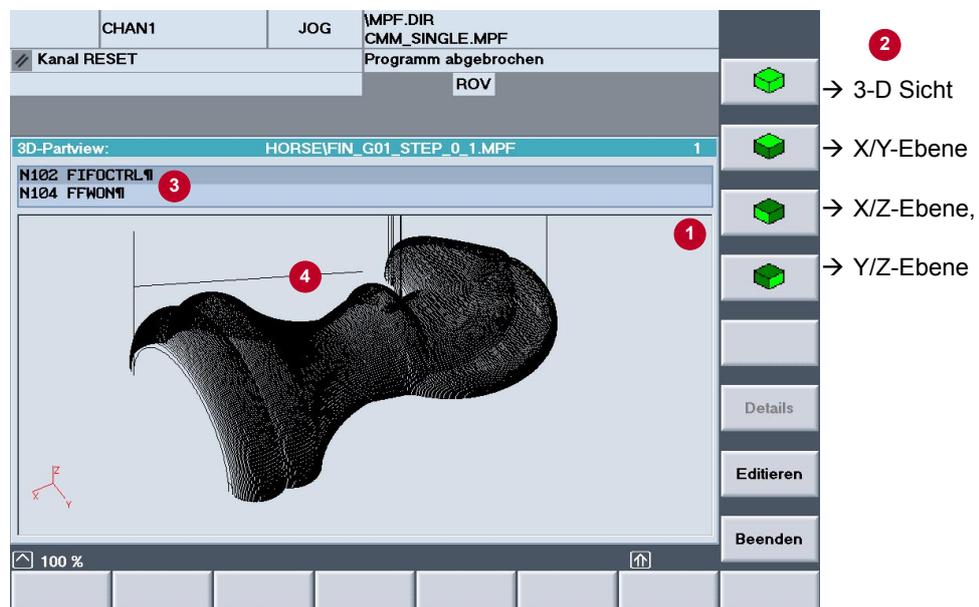
## 2.15 Quick View / Schnelldarstellung

### Funktion

Quick View der SINUMERIK 840D mit PCU50 erlaubt die Visualisierung von Formenbau-Teilprogrammen, die G01-Sätze enthalten. Programm-Schleifen, Polynome, Transformationen und G02/03 Sätze werden nicht unterstützt.

Vier Ansichten **1** stehen zur Verfügung: 3-D Sicht **2**, X/Y-Ebene, X/Z-Ebene, Y/Z-Ebene

In den zwei Editorzeilen **3** wird der momentan in der Graphik markierte Satz angezeigt. Scrollt man im Editorfenster, so wird automatisch in der Graphik die Position **4** markiert.



Desweiteren stehen folgende Funktionen zur Verfügung

- Suchen eines bestimmten Satzes
- "Vergrößern/Verkleinern" des Bildausschnitts
- Verschieben, Drehen
- Abstands-Messung zwischen zwei Punkten
- Editieren des angezeigten NC-Teilprogramms

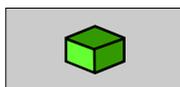
### Hinweise

Die Schnelldarstellung (Quick View) können Sie für die 840D mit Standardoberfläche und für ShopMill nutzen. Bei 840D Standard finden Sie die Schnelldarstellung im **Programmmanager**, bei ShopMill können Sie die Schnelldarstellung im **Programmeditor** öffnen.

## Bedienung



Funktion "Quick View" aufrufen.

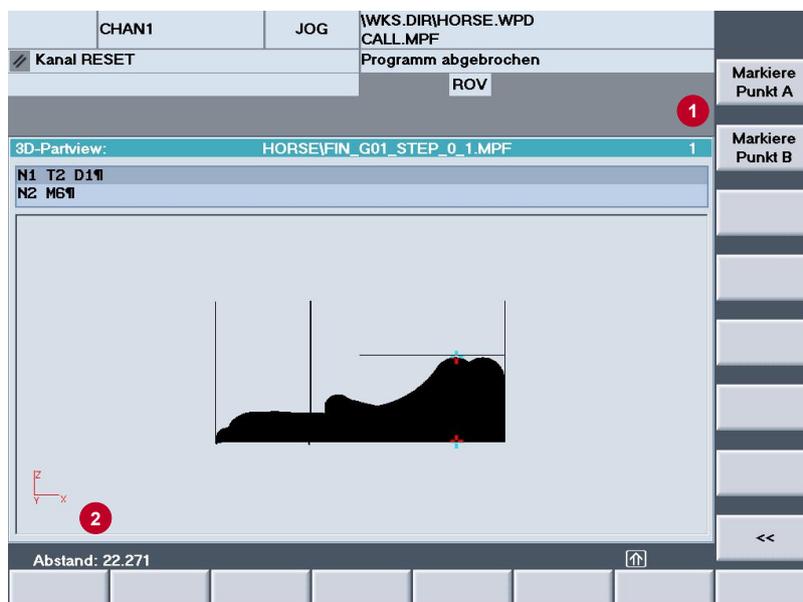


Gewünschte Ansicht wählen – hier die X/Z-Ebene.



Mit dem Cursor in der Graphik einen Punkt markieren. Der zugehörige Satz wird in der Editorzeile angezeigt.

Satz z. B. zum Ändern im Programm aufrufen.



## Abstandsmessung im Quick View

In der Quick View Darstellung können Sie z. B. auch Abstände zwischen zwei Punkten messen. Diese Funktion ist sehr hilfreich, wenn Sie z. B. die Maße eines Werkstücks wissen wollen, da aus den G1-Sätzen eines Programms nur sehr schwer auf die Größe eines Werkstücks geschlossen werden kann.

Durch Markieren von zwei Punkten ❶, wird Ihnen der Abstand ❷ der Punkte im Fußbereich angezeigt.

## 2.16 ShopMill

Bei SINUMERIK 840D ist die benutzerfreundliche Bedienoberfläche ShopMill eine echte Alternative zu der universellen SINUMERIK 840D Standard DIN/ISO Bedienoberfläche.

ShopMill wurde mit zahlreichen Formenbau-Funktionen ergänzt, welche dem Formenbauer größten Komfort in der Bedienung bieten.

Folgerichtig ist ShopMill jetzt nicht mehr nur auf die Schrittketten-Programmierung mittels Teilbearbeitungsschritten begrenzt, sondern selbst anspruchsvolle 3+2-Achs- und 5-Achs-Anwendungen werden ideal unterstützt.

Die komplette ShopMill-Funktionalität ist der ShopMill-Funktions-Beschreibung "SINUMERIK 810D/840D ShopMill Bedienen und Programmieren" zu entnehmen.

### ShopMill-Bedienoberfläche

Einfache Bedienung und Programmierung in der Werkstatt

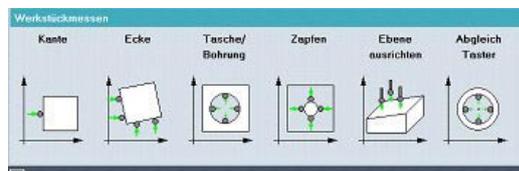
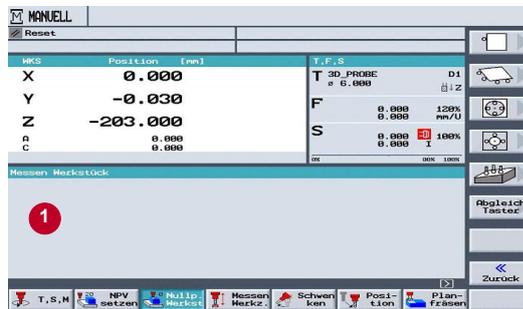
M AUTO		/ _N_WKS_DIR/ _N_WOLFGANG_WPD		G-Funktion	
Aktiv		AUFRUF			
WKS	Position [mm]	Restweg	Laufzeiten		
X	46.320	0.067	Programm:	0:01:13	
Y	-25.006	0.068	Geladen:	2%	
Z	-14.022	-0.193	Werkstück:	0/0	
A	0.002	0.000	Uhrzeit:	14:03:13	
C	359.995	0.000	Datum:	13.12.05	
Nullpkt1			Maschine:	0:27	
			Bearbeitung:	0:02:00	
			Auslastung:	7%	
Aktueller Satz		GEO_SCHLICHT_G1.MPF			Basissatz
N100429 X46.17 Y-25.156 Z-13.595					
N100430 X46.387 Y-24.938 Z-14.215					
N100431 X46.453 Y-24.873 Z-14.396					
1670					
Über-speich		Prog. Beeinf	Satz-suchl.	Mit-zeich.	Prog. korr.

## ShopMill-Funktionen

### Einrichten

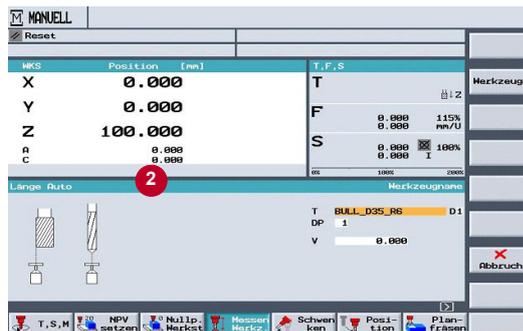
Leistungsfähige Einrichtefunktionen in ShopMill garantieren eine schnelle und präzise Erfassung der Werkstückposition. Spezielle Messzyklen erleichtern das Vermessen der Werkzeuge und des Werkstücks. Etwaige Verschiebungen werden steuerungsintern kompensiert.

- 1 Messen Werkstück  
(Kante, Ecke, Tasche/Bohrung, Zapfen/Rechteck, Ebene)



Die Messfunktionen stehen Ihnen auch beim Messen im JOG zur Verfügung. Beim Messen im AUTOMATIK werden Sie durch Messzyklen unterstützt.

- 2 Messen Werkzeug  
Die Messfunktionen stehen Ihnen beim Messen Werkzeug im JOG und auch für das Messen in AUTOMATIK zur Verfügung.

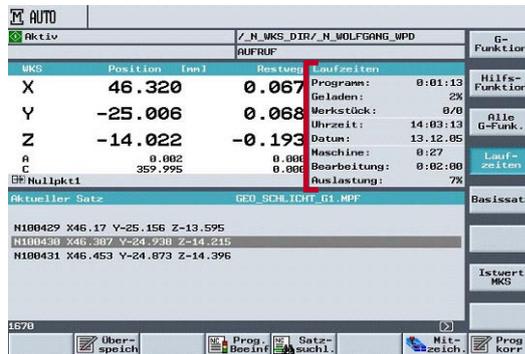


Loc	Typ	Tool name	DP	1st cutting edge Length	a	N	1	2
1		CUTTER_2	1	100.000	2.000	2	0	0
2		CUTTER_4	1	100.000	4.000	2	0	0
3		CUTTER_8	1	100.000	8.000	2	0	0
4		FRAESER_10	1	100.000	10.000	2	0	0
5		CUTTER_16	1	100.000	16.000	3	0	0
6		CUTTER_20	1	100.000	20.000	3	0	0
7		CUTTER_32	1	100.000	32.000	3	0	0

### Werkzeugverwaltung

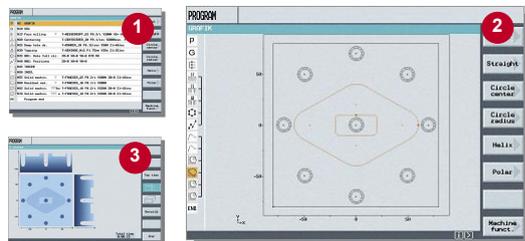
Die ShopMill Werkzeugverwaltung ist klar strukturiert und unterstützt verschiedene Werkzeugtypen, Werkzeugnamen im Klartext, Schwesterwerkzeuge und die Werkzeuggeometrie mit Längen, Radius und Schneidanzahl.

Die Einsatzdauer der Werkzeuge können Sie durch Vorgabe der Stückzahl, Standzeit oder Verschleißparameter automatisch überwachen, und so eine gleichbleibende Bearbeitungsqualität sicherstellen.



### AUTOMATIK

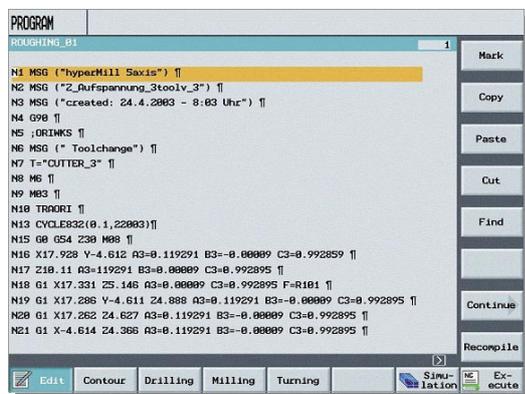
Anzeige von Laufzeiten z. B. von Programmen im AUTOMATIK-Grundbild.



### Schrittketten-Programmierung

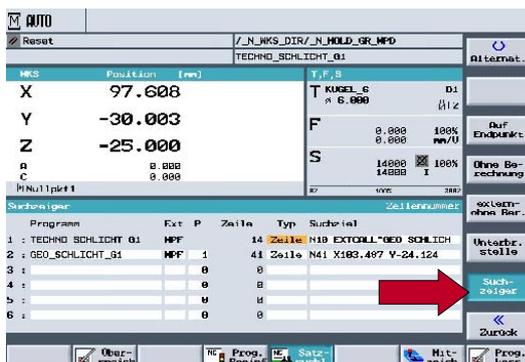
Die ShopMill-Schrittketten-Programmierung erlaubt die einfache Programmierung einfacher 2 1/2D-Bearbeitungs-Aufgaben direkt an der Maschine. Das ist eine ideale Ergänzung für den Formenbauer.

- 1 Programm
- 2 2D-Darstellung
- 3 3D-Darstellung



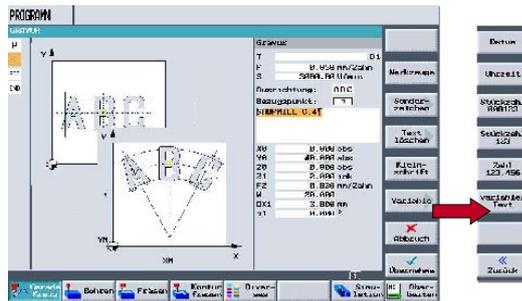
### G-Code Editor

ShopMill verfügt über einen integralen, leistungsfähigen G-Code Editor, der Formenbau-Programme komfortabel unterstützt.



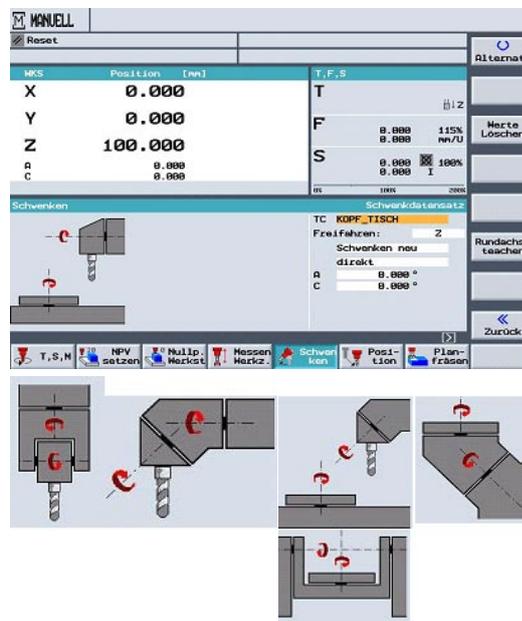
### Satzsuchlauf

Schneller Suchlauf auf externe Programme (mit und ohne Berechnung).



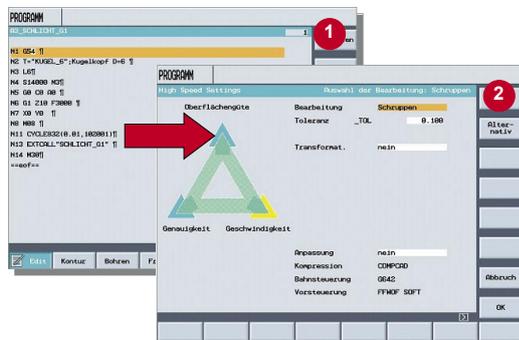
### ShopMill-Zyklus für Gravuren

- Texte mit Sonderzeichen
- Datum, Uhrzeit, Werkstückzähler, Variable



### Schwenken im JOG

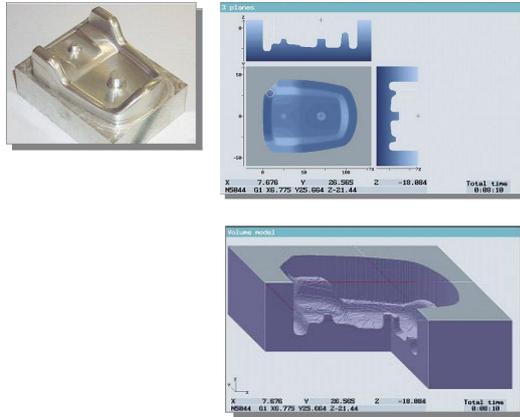
- Schwenkzyklus für alle Schwenkaufgaben im Einrichtebetrieb per Softkeys
- Eingabe direkt oder achsweise
- Unterstützung aller Maschinenkinematiken



### "High Speed Setting" Zyklus

Auch der "High Speed Setting" Zyklus ist jetzt integraler Bestandteil der ShopMill Bedienoberfläche im G-Code-Editor.

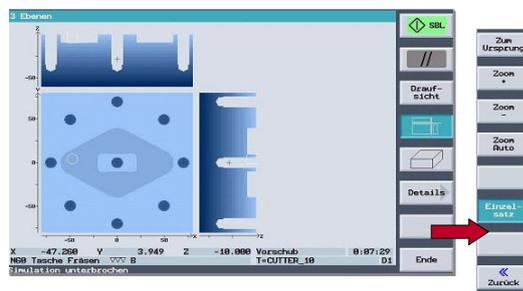
- 1 Programmierer
- 2 CYCLE832, High Speed Settings



### Simulation

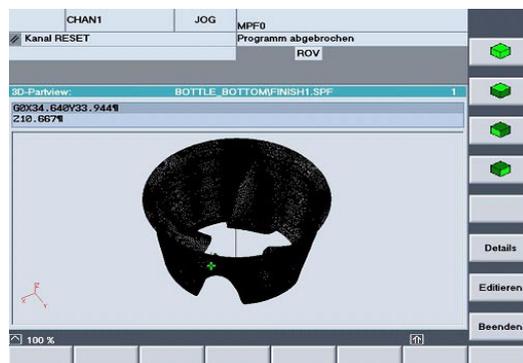
ShopMill bietet verschiedene umfangreiche und detaillierte Simulationen zur Darstellung der Bearbeitungsbahnen an. In der Simulation wird das aktuelle Programm vollständig berechnet und das Ergebnis graphisch dargestellt. Folgende Darstellungsarten der Simulation können Sie wählen:

- Draufsicht
- 3-Ebenenansicht
- Volumenmodell



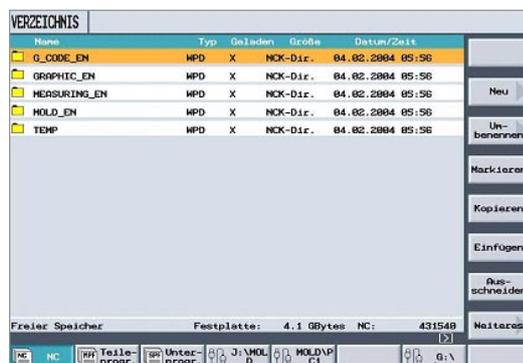
### Programm - Simulation

- Start / Stop / Einzelsatz / Reset der Simulation über Softkeys
- Geschwindigkeit über Override regelbar



### Schnellansicht / Quick Viewer für den Formenbau

Für große Teileprogramme ist eine schnelle Darstellung der Verfahrensbahnen möglich. Bei dieser strichgraphischen Schnellansicht werden alle programmierten Positionen aus G1 als resultierende Achsbahnen dargestellt.



### Externe Laufwerke

Der ShopMill Programm-Manager erlaubt den direkten Zugriff auf externe Laufwerke mittels Ethernet.

Umfangreiche Formenbauprogramme können dort abgelegt werden

- HMI-Harddisk (PCU 50 )
- Flash-Card (PCU 20)
- Netzlaufwerke
- USB-Stick

Funktion für den Laufwerkzugriff



# Informationen für den Programmierer

Inhalt	Seite
3.1 Einleitung	62
3.2 Was sind Frames?	63
3.3 Schwenken - CYCLE800	66
3.4. Programmierbeispiel - Schwenken	70
3.5 High Speed Settings – CYCLE832	72
3.6 Vorschubprofil – FNORM, FLIN	80
3.7 Programmierbeispiel mit CYLCE832	81
3.8 Programmierbeispiel ohne CYCLE832	84

# 3

## 3.1 Einleitung

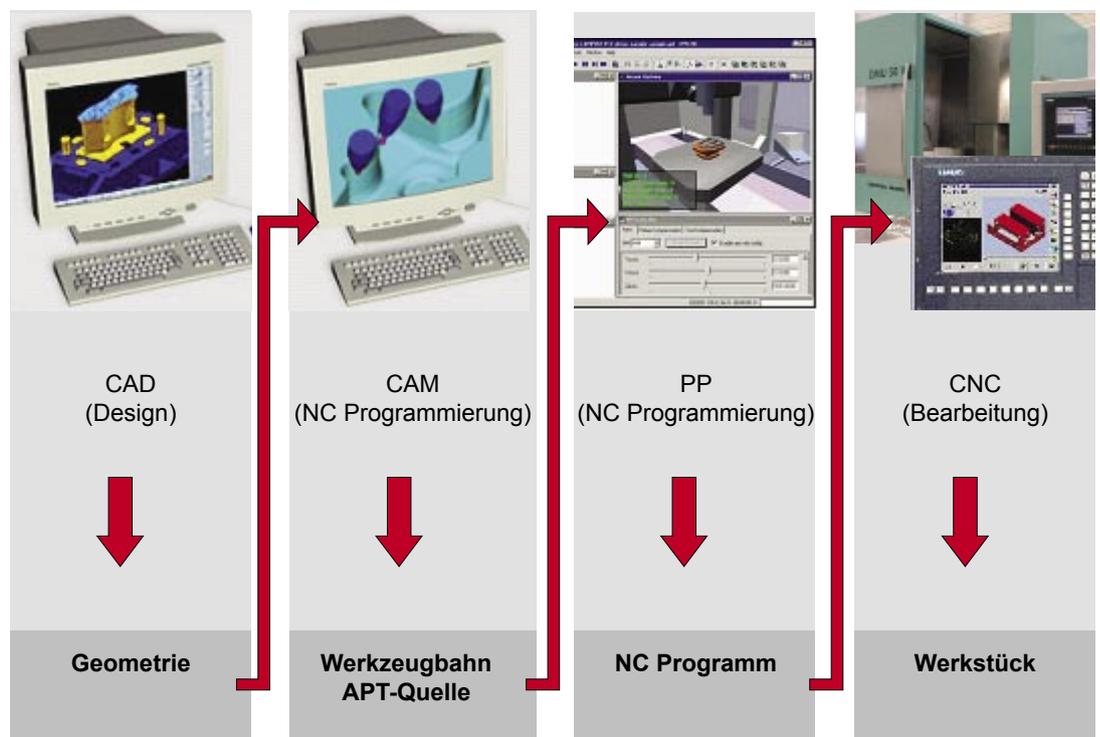
Im Rahmen der Programmierung von Freiformflächen ist der gesamten CAD/CAM/CNC-Verfahrenskette höchste Beachtung zu schenken.

Dabei erzeugt das CAD-System die Geometrie des gewünschten Werkstücks. Auf Basis dieses Geometrie-Files generiert das CAM-System die entsprechende Bearbeitungsstrategie mit dazu gehörigen Technologie-Informationen.

Das Ausgangsdatenformat des CAM-Systems ist meistens ein APT- oder CL-Data-File, das im Postprozessor in ausführbaren NC-Code gewandelt wird.

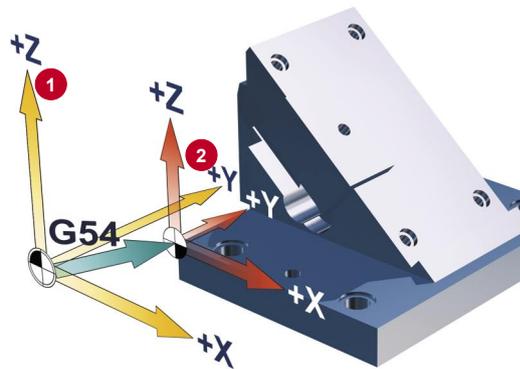
Um die Leistungsfähigkeit von SINUMERIK Steuerungen in optimaler Weise zu nutzen, muss der vorgeschaltete Postprozessor besonders berücksichtigt werden.

Der Postprozessor muss sicherstellen, dass die in diesem Kapitel beschriebenen, höherwertigen Funktionen von SINUMERIK Steuerungen in idealer Weise aktiviert werden. Eine Übersicht aller höherwertigen SINUMERIK 840D-Funktionen ist dem Kapitel 4 zu entnehmen.



## 3.2 Was sind Frames?

### Koordinatensysteme



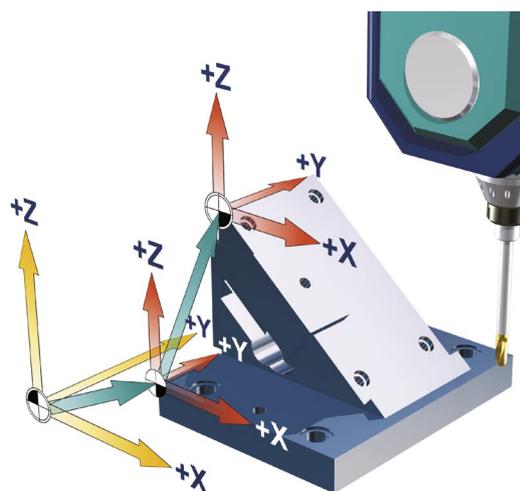
Maschinenkoordinatensystem **1** mit Referenzpunkt und Nullpunktverschiebung (G54, G55, ...) sind bekannte Begriffe.

Mittels Frames lassen sich Koordinatensysteme so verschieben, drehen, spiegeln und skalieren, dass sie zur Werkstückfläche ausgerichtet sind. Dadurch lässt sich der Programmieraufwand auf ein Minimum reduzieren.

Mit Frames beschreibt man, ausgehend vom aktuellen Werkstückkoordinatensystem **2**, durch Angabe von Koordinaten und Winkeln, die Lage eines Zielkoordinatensystems. Mögliche Frames sind

- Basisframe (Basisverschiebung, G500)
- einstellbare Frames (G54, G55...)
- programmierbare Frames (TRANS, ROT...)

### Koordinatensysteme und Fahrbewegungen

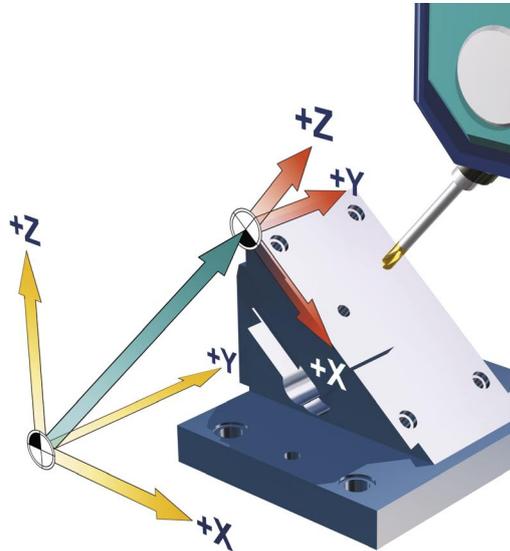


Mit einer 3+2-Achs-Maschine ist es möglich auf Flächen zu arbeiten, die beliebig im Raum verschoben und verdreht sind.

Das Werkstückkoordinatensystem muss nur über Frames verschoben und per Rotation in die schräge Fläche gelegt werden.

Genau dazu braucht man **FRAMES**. Alle nachfolgenden Verfahrkommandos beziehen sich jetzt auf das neue, mit Frames verschobene Werkstückkoordinatensystem.

## Frames in der Anwendung



Nach der Aktivierung der einstellbaren Nullpunktverschiebung (G54, G55) liegt das Werkstückkoordinatensystem im Werkstücknullpunkt.

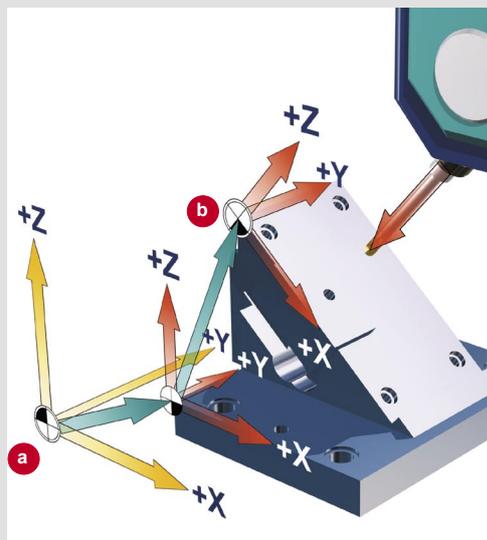
Mit Ausnahme von Sonderkinematiken sind die Achsen jetzt parallel zu den Maschinenachsen ausgerichtet.

Mit Hilfe eines **FRAMES** ist dieses Koordinatensystem nun beliebig im Raum verschiebbar und verdrehbar.

Zum Ausrichten der Maschinenachsen zu den Werkstückachsen per Graphikdialog muss der CYCLE800 auf der Steuerung installiert sein (nur 840D).

**Beispiel**

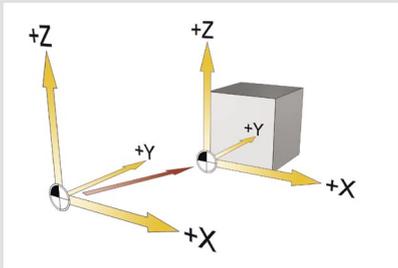
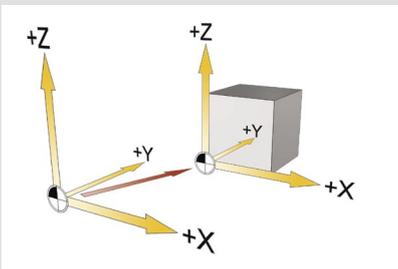
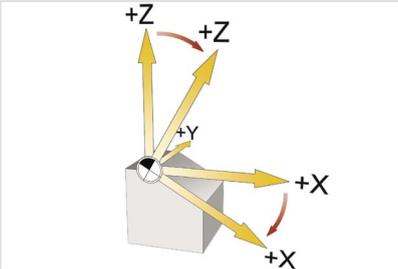
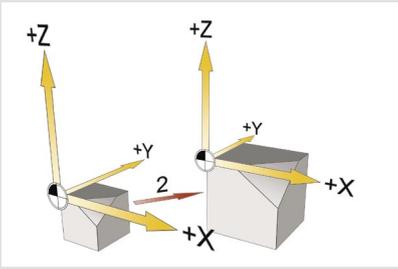
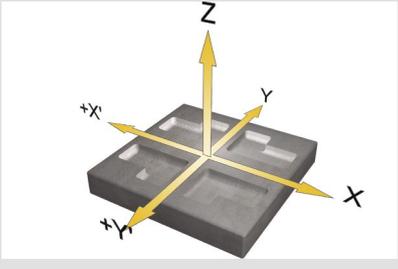
## Bearbeitungen auf einer schrägen Ebene



Im Beispiel wird mittels Frames das Koordinatensystem zuerst von **a** nach **b** in zwei Schritten verschoben und dann auf die schräge Fläche gedreht.

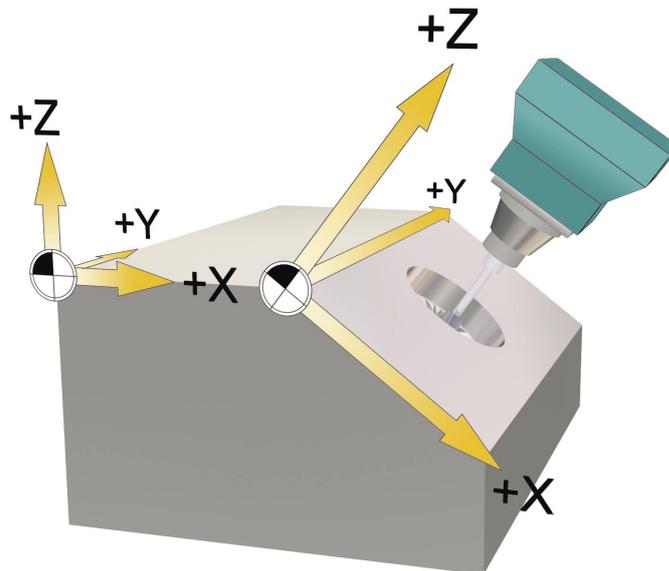
Beim Programmieren müssen Sie nun die Schräge nicht berücksichtigen. Sie programmieren wie gewohnt senkrecht zur Werkstückoberfläche und verwenden die Bearbeitungszyklen z.B. den Bohrzyklus.

Frames - Komponenten für die Programmierung

<p>Verschiebung (Grob)</p>		<p>programmierbar mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ TRANS</li> <li>■ ATRANS (additiver Translationsanteil)</li> <li>■ CTRANS (Nullpunktverschiebung für mehrere Achsen) und</li> <li>■ G58 (achsiale Nullpunktverschiebung)</li> </ul>
<p>Verschiebung (Fein)</p>		<p>programmierbar mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ C-FINE</li> <li>und</li> <li>■ G59 (achsiale Nullpunktverschiebung)</li> </ul>
<p>Drehung</p>		<p>programmierbar mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ROT / ROTs</li> <li>■ AROT / AROTS</li> <li>und</li> <li>■ CROTS</li> </ul>
<p>Skalierung</p>		<p>programmierbar mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ SCALE</li> <li>und</li> <li>■ ASCALE</li> </ul>
<p>Spiegelung</p>		<p>programmierbar mit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ MIRROR</li> <li>und</li> <li>■ AMIRROR</li> </ul>

## 3.3 Schwenken - CYCLE800

### Funktion

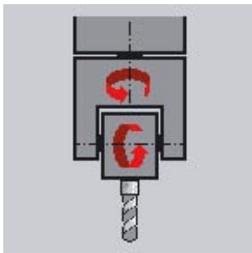
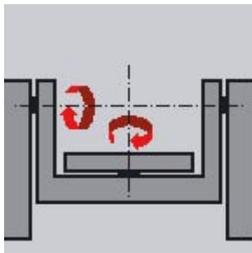
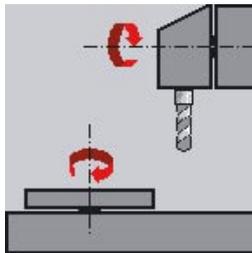


Mit Hilfe von Schwenkköpfen oder Schwenktischen können Sie schräge Ebenen bearbeiten und einrichten. Das Schwenken ist sowohl in der Betriebsart JOG wie auch im AUTOMATIK möglich. Bei der Parametrierung bzw. Programmierung des Schwenkens werden Sie durch die übersichtliche graphische Darstellung unterstützt.

Dabei können Sie die Schwenkachsen der Maschine (A, B, C) programmieren, oder Sie können einfach die Drehungen um die Geometrieachsen (X, Y, Z) des Werkstückkoordinatensystems angeben, wie in der jeweiligen Werkstückzeichnung beschrieben. Die Drehung des Werkstückkoordinatensystems im Programm wird dann automatisch bei der Bearbeitung des Werkstücks in Drehungen der jeweiligen Schwenkachsen der Maschine umgerechnet.

Die Schwenkachsen werden dabei immer so eingedreht, dass die Bearbeitungsebene bei der anschließenden Bearbeitung senkrecht zur Werkzeugachse liegt. Während der Bearbeitung steht die Bearbeitungsebene dann fest. Beim Schwenken des Koordinatensystems wird die vorher gesetzte Nullpunktverschiebung automatisch für den geschwenkten Zustand umgerechnet.

### Maschinenkinematiken

Schwenkkopf (Typ T)	Schwenktisch (Typ P)	Schwenkkopf + Schwenktisch (Typ M)
Schwenkbarer Werkzeugträger	Schwenkbarer Werkstückträger	Gemischte Kinematik
		

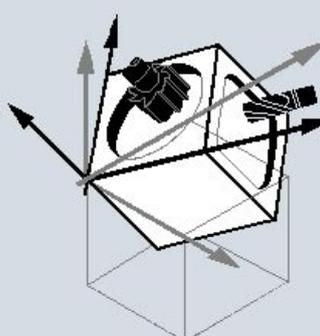
### Vorgehensweise bei der Programmierung des Schwenkens und nachfolgender Bearbeitung:

- ▶ Koordinatensystem in die zu bearbeitende Ebene schwenken.
- ▶ Bearbeitung wie gewohnt in der X-/Y- Ebene programmieren.
- ▶ Koordinatensystem wieder zurück schwenken.

### Grundsätzliche Vorgehensweise beim Erstellen eines Schwenkdatensatzes

- ▶ Rufen Sie die Funktion Schwenken im Programm auf.
- ▶ Wählen Sie den Namen des Schwenkdatensatzes **1**.
- ▶ Wählen Sie für Schwenken ja, wenn Sie eine Schwenkbewegung machen wollen. Wählen Sie als Schwenkbewegung neu, wenn Sie eine neue Schwenkbewegung machen wollen, oder additiv, wenn Sie auf einer vorherigen Schwenkbewegung aufsetzen wollen **2**.
- ▶ Legen Sie den Bezugspunkt vor der Drehung fest (X0, Y0, Z0) **3**.
- ▶ Wählen Sie Schwenkmodus Achsweise, direkt, über den Projektionswinkel oder den Raumwinkel **4**.
- ▶ Tragen Sie den Winkel ein, um den geschwenkt werden soll. Bei Achsweise können Sie für jede Achse den Winkel angeben **5**.
- ▶ Tragen Sie den Nullpunkt nach der Drehung ein **6**.

Schwenkzyklus/CYCLE800
Rundachsen schwenken



Name: **1**

Freifahren:

Schwenken:  ja  nein

Schwenkebene: **2**

Bez.-Punkt: **3**

X0	8.000
Y0	5.000
Z0	0.000

Schwenkmodus: **4**

Drehung um X (A)

Drehung um Y (B) **5**

Drehung um Z (C)

Nullpunkt: **6**

X1	0.000
Y1	0.000
Z1	0.000

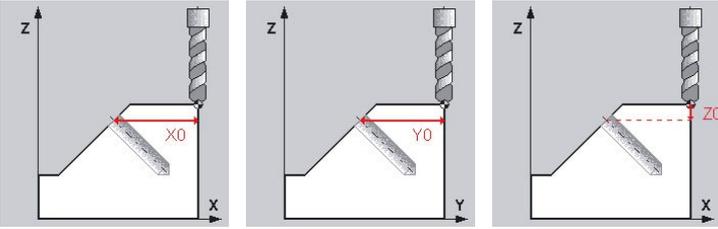
Richtung:

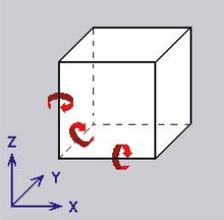
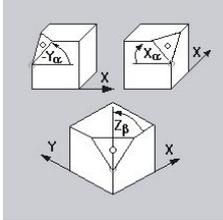
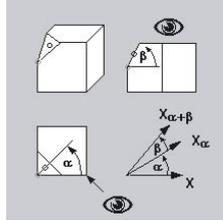
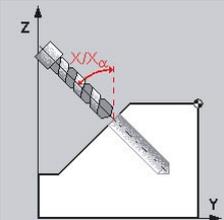
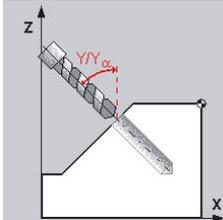
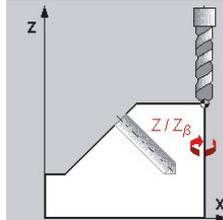
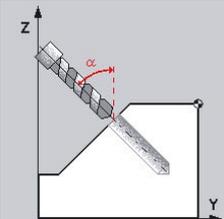
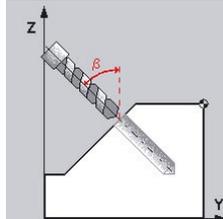
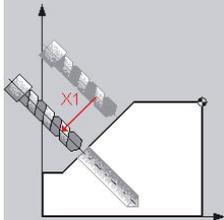
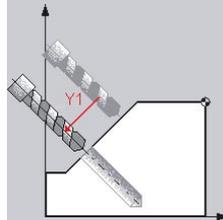
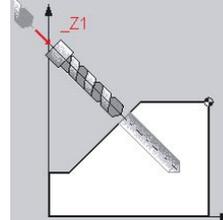
Nachführ. WZ:



Sie können mehrere Schwenkbewegungen nacheinander programmieren. Dabei kann eine nachfolgende Schwenkbewegung auf der vorherigen aufsetzen (additiv). Damit können Sie das Schwenken übersichtlich im Programmcode darstellen.

## Parameter der Eingabemaske

<b>Name Schwenkdatensatz _TC</b>	<p>Die eingerichteten Schwenkdatensätze können ausgewählt werden (Toggle). Jeder Schwenkdatensatz erhält einen Namen. Gibt es nur einen Schwenkdatensatz muss kein Name vereinbart werden. „0“ → Schwenkdatensatz Abwahl.</p>
<b>Freifahren _FR (vor Schwenken der Rundachse)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ nicht freifahren</li> <li>■ Achse Z freifahren</li> <li>■ Achse Z, XY freifahren</li> <li>■ Freifahren in Werkzeugrichtung maximal (ab Zyklen SW 6.5)</li> <li>■ Freifahren in Werkzeugrichtung inkrementell (ab Zyklen SW 6.5)</li> </ul> <p>Der inkrementelle Wert für den Verfahrweg in Werkzeugrichtung ist im Eingabefeld einzutragen. Die Freifahrpositionen können im IBN-Menü CYCLE800 eingetragen werden.</p>
<b>Schwenken, Richtung _DIR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Schwenken ja</b> -&gt; Rundachsen werden positioniert bzw. manuell eingedreht</li> <li>■ <b>Schwenken nein</b> (nur rechnerisch) -&gt; Kein Verfahren der Rundachsen z.B. Hilfsschwenkebenen laut Werkstückzeichnung</li> <li>■ <b>Richtung minus/plus</b> Bezug bei der Verfahrrichtungsauswahl auf die Rundachse 1 od. 2. Durch den Winkelbereich der Rundachsen der Maschinenkinematik können von der NCU zwei mögliche Lösungen berechnet werden. Dabei ist meist eine Lösung technologisch sinnvoll. Die Auswahl, auf welche Rundachse (1. oder 2. Rundachse) sich die beiden Lösungen beziehen sollen, erfolgt im IBN-Menü CYCLE800. Die Auswahl, welche der beiden möglichen Lösungen verfahren werden soll, erfolgt durch die Auswahl Richtung "minus" oder "plus". Beachten Sie die Hinweise des Maschinenherstellers!</li> </ul>
<b>Schwenkebene _ST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>neu</b> Bisherige Frames werden gelöscht -&gt; definierte Werte -&gt; Schwenkframe.</li> <li>■ <b>additiv</b> Der Schwenkframe setzt additiv auf den Schwenkframe auf, programmierte aktive Frames (z. B. AROT ATRANS) und die aktuell wirksame Drehungen in der NV werden berücksichtigt.</li> </ul>
<b>Bezugspunkte vor der Drehung X0, Y0, Z0</b>	<p>Hilfebilder beziehen sich auf die Bearbeitungsebene G17 (Werkzeugachse Z).</p> 

<p><b>Schwenkmodus</b> <b>_MODE</b></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Achswise Drehung</b> Drehung um die einzelnen Achsen des Koordinatensystems.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Projektionswinkel</b> der Winkelwert der geschwenkten Fläche wird auf die ersten beiden Achsen des Koordinatensystems projiziert.</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Raumwinkel</b> Drehung erst um die Z-Achse und dann um die Y-Achse</p> </div> </div> <p>Die Reihenfolge der Achsen ist frei wählbar.</p>
<p><b>Drehungen um A, B, C</b></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p>Drehungen (achswise, Projektionswinkel)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Drehungen (Raumwinkel)</p>
<p><b>Nullpunkt nach der Drehung</b> <b>X1, Y1, Z 1</b></p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>
<p><b>Nachführung WZ (Werkzeug)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Ja</b> Beim Schwenken auf eine Bearbeitungsebene können zur Kollisionsvermeidung die Linearachsen nachgeführt werden. (Vor.: TRAORI und TOOLCARR.SPF ist angepasst)</li> <li>■ <b>Nein</b> Kein Nachführen der Linearachsen beim Schwenken.</li> </ul>

Beachten Sie die Hinweise des Maschinenherstellers. Welche Parameter zur Verfügung stehen, ist im IBN-Menü CYCLE800 einstellbar.

### 3.4. Programmierbeispiel - Schwenken

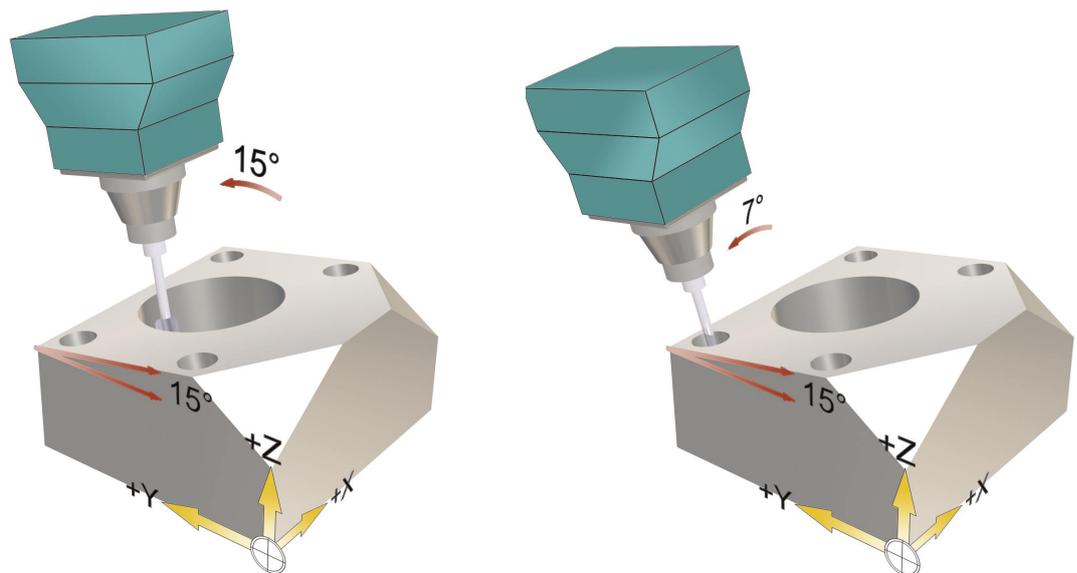
Im folgenden Beispiel werden Standard Fräs- und Bohrzyklen auf geschwenkten Arbeitsflächen angewendet.

#### Werkstück



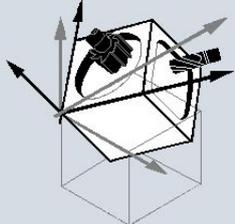
#### Aufgabenstellung

Planfräsen des Werkstücks.  
Schwenken der Bearbeitungsebene um  $X=-15$  Grad und Fräsen einer Kreistasche.  
Schwenken um  $Y=-8$  Grad und erstellen von vier Bohrungen unter diesem Winkel.

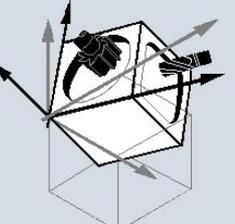


## SCHWENK\_ALU.spf

N1 T10 D1 ;Fraeser D=10mm  
 ; NPV festlegen  
 N3 G54  
 ; Schwenken auf Grundstellung  
 N4 CYCLE800(1, "", 0,57,0,0,0,0,0,0,0,0,-1)  
 N5 M3 S8000 M8  
 ;Planfraesen des Werkstücks auf Grundstellung  
 N6 CYCLE71(50,2,1,0,0,0,70,30,0,2,8,2,0,1000,31,2)  
 ; Schwenken der Arbeitsebene um X=-15 Grad **1**  
 N7 CYCLE800(1, "", 0,57,0,25,0,-15,0,0,0,0,-1)

Schwenkzyklus/CYCLE800		Rundachsen schwenken	
		Name:	TC_1
		Freifahren:	Z
		Schwenken:	ja <input checked="" type="checkbox"/>
		Schwenkebene:	neu
		Bez.-Punkt:	X0 0.000
			Y0 25.000
			Z0 0.000
		Schwenkmodus:	achsweise
		Drehung um X (A)	<b>1</b> -15.000
		Drehung um Y (B)	0.000
		Drehung um Z (C)	0.000
		Nullpunkt:	X1 0.000
			Y1 0.000
			Z1 0.000
		Richtung:	Plus
		Nachführ. WZ:	nein

;Planfraesen der geschwenkten Ebene  
 N8 CYCLE71(50,10,1,0,0,0,75,54,0,3,8,2,0,1200,31,2)  
 N10 ;T="MILL\_10mm"  
 N11 ;M6  
 N12 ;M3 S8000  
 ;Kreistasche auf geschwenkte Ebene fräsen mit Kreistaschenzyklus  
 N13 POCKET4(50,0,1,-10,16,0,0,4,0.5,0.5,1000,400,0,11,,,,)  
 N14 POCKET4(50,0,1,-10,16,0,0,20,0,0,1000,600,0,12,,,,)  
 ;Schwenken der Arbeitsebene um Y=-8Grad **1**  
 N15 CYCLE800(1, "", 1,57,8,0,0,0,-8,0,0,0,-1)

Schwenkzyklus/CYCLE800		Schwenkebene	
		Name:	TC 1
		Freifahren:	Z
		Schwenken:	ja <input checked="" type="checkbox"/>
		Schwenkebene:	additiv <input checked="" type="checkbox"/>
		Bez.-Punkt:	X0 8.000
			Y0 0.000
			Z0 0.000
		Schwenkmodus:	achsweise
		Drehung um X (A)	0.000
		Drehung um Y (B)	<b>1</b> -8.000
		Drehung um Z (C)	0.000
		Nullpunkt:	X1 0.000
			Y1 0.000
			Z1 0.000
		Richtung:	Plus
		Nachführ. WZ:	nein

;Bohren der um -8 Grad geneigten Bohrungen  
 N16 MCALL CYCLE82(50,2,1,,6,0)  
 N17 HOLES1(0,0,90,8,30,2)  
 N18 MCALL  
 ...

## 3.5 High Speed Settings – CYCLE832

Zur Vereinfachung der Programmierung und Übersichtlichkeit des Programms bietet SINUMERIK 840D den CYCLE832, der die wichtigsten Funktionen für das Fräsen von Freiformflächen enthält. Außerdem kann der Bediener an der Maschine über den CYCLE832 leichter auf das Programm Einfluss nehmen.

### Programmierung

<b>CYCLE832(_TOL,_TOLM)</b>	Programmierung des Zyklus
<b>CYCLE832()</b>	Verkürzter Programmaufruf. Entspricht der Auswahl der Eingabemaske "Bearbeitung" "Abwahl".
<b>CYCLE832(0.01)</b>	Verkürzter Programmaufruf. Eingabe des Toleranzwertes. Die aktiven G-Befehle werden im Zyklus nicht verändert.

### Erläuterung der Parameter

Parameter	Datentyp	Bedeutung																																																		
<b>_TOL</b>	real	Toleranz Bearbeitungsachsen -> Einheit: mm/inch;grd																																																		
<b>_TOLM</b>	integer	Mode Toleranz																																																		
		7 6 5 4 3 2 1 0      Dezimalstellen																																																		
		<table border="0"> <tr> <td>0:</td> <td>Abwahl</td> </tr> <tr> <td>1:</td> <td>Schichten (Default)<sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>Vorschichten</td> </tr> <tr> <td>3:</td> <td>Schruppen</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td>0:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1:</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td></td> <td>nur 5-Achs-Transformation</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td>0:</td> <td>G64</td> </tr> <tr> <td>1:</td> <td>G641</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>G642 (Default)<sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td>0:</td> <td>FFWOF SOFT (Default)<sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td>1:</td> <td>FFWON SOFT</td> </tr> <tr> <td>2:</td> <td>FFWOF BRISK</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td>0:</td> <td>COMPOF (Default)<sup>1)</sup></td> </tr> <tr> <td>1:</td> <td>COMPCAD</td> </tr> <tr> <td>3:</td> <td>B-Spline</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td></td> <td>reserviert</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-----</td> </tr> <tr> <td></td> <td>reserviert</td> </tr> </table>	0:	Abwahl	1:	Schichten (Default) <sup>1)</sup>	2:	Vorschichten	3:	Schruppen	-----		0:		1:		-----			nur 5-Achs-Transformation	-----		0:	G64	1:	G641	2:	G642 (Default) <sup>1)</sup>	-----		0:	FFWOF SOFT (Default) <sup>1)</sup>	1:	FFWON SOFT	2:	FFWOF BRISK	-----		0:	COMPOF (Default) <sup>1)</sup>	1:	COMPCAD	3:	B-Spline	-----			reserviert	-----			reserviert
0:	Abwahl																																																			
1:	Schichten (Default) <sup>1)</sup>																																																			
2:	Vorschichten																																																			
3:	Schruppen																																																			
-----																																																				
0:																																																				
1:																																																				
-----																																																				
	nur 5-Achs-Transformation																																																			
-----																																																				
0:	G64																																																			
1:	G641																																																			
2:	G642 (Default) <sup>1)</sup>																																																			
-----																																																				
0:	FFWOF SOFT (Default) <sup>1)</sup>																																																			
1:	FFWON SOFT																																																			
2:	FFWOF BRISK																																																			
-----																																																				
0:	COMPOF (Default) <sup>1)</sup>																																																			
1:	COMPCAD																																																			
3:	B-Spline																																																			
-----																																																				
	reserviert																																																			
-----																																																				
	reserviert																																																			

<sup>1)</sup> Einstellung kann vom Maschinenhersteller geändert werden.

Dezimalstelle	0	<p><b>Toleranz_Tol.</b></p> <p>Toleranz der Achsen, die an der Bearbeitung beteiligt sind. Der Toleranzwert wirkt bei G642 und bei COMPCAD. Ist die Bearbeitungsachse eine Rundachse, wird der Toleranzwert mit einem Faktor (Defaultfaktor = 8) auf das MD 33100: COMPRESS_POS:_TOL (AX) der Rundachse geschrieben.</p> <p>Bei G641 entspricht der Toleranzwert dem ADIS-Wert. Die Toleranz wird bei Ersteingabe mit folgenden Werten vorbelegt:</p> <table border="0"> <tr> <td><b>0: Abwahl</b></td> <td>0.1 (Linearachsen)</td> <td>0.1 grad (Rundachsen)</td> </tr> <tr> <td><b>1: Schlichten</b></td> <td>0.01 (Linearachsen)</td> <td>0.08 grad (Rundachsen)</td> </tr> <tr> <td><b>2: Vorschlichten</b></td> <td>0.05 (Linearachsen)</td> <td>0.4 grad (Rundachsen)</td> </tr> <tr> <td><b>3: Schrappen</b></td> <td>0.1 (Linearachsen)</td> <td>0.8 grad (Rundachsen)</td> </tr> </table> <p>Soll der Toleranzwert auch auf die Rundachsen wirken, muss die 5-Achs-Transformation durch den Maschinenhersteller eingerichtet sein.</p>	<b>0: Abwahl</b>	0.1 (Linearachsen)	0.1 grad (Rundachsen)	<b>1: Schlichten</b>	0.01 (Linearachsen)	0.08 grad (Rundachsen)	<b>2: Vorschlichten</b>	0.05 (Linearachsen)	0.4 grad (Rundachsen)	<b>3: Schrappen</b>	0.1 (Linearachsen)	0.8 grad (Rundachsen)
	<b>0: Abwahl</b>	0.1 (Linearachsen)	0.1 grad (Rundachsen)											
	<b>1: Schlichten</b>	0.01 (Linearachsen)	0.08 grad (Rundachsen)											
	<b>2: Vorschlichten</b>	0.05 (Linearachsen)	0.4 grad (Rundachsen)											
	<b>3: Schrappen</b>	0.1 (Linearachsen)	0.8 grad (Rundachsen)											
	1	<b>keine Funktion</b>												
	2	<b>nur 5-Achs-Transformation</b>												
3	<p><b>Bahnsteuerung (_TOLM)</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>0: G64</b></td> <td>(default)</td> </tr> <tr> <td><b>1: G641</b></td> <td>Überschleifen mit ADIS, ADISPOS</td> </tr> <tr> <td><b>2: G642</b></td> <td>Überschleifen mit Einzelachstoleranz</td> </tr> </table> <p>Bei NC-Satz Kompressor mit COMPCADist immer G642 fest ausgewählt.</p>	<b>0: G64</b>	(default)	<b>1: G641</b>	Überschleifen mit ADIS, ADISPOS	<b>2: G642</b>	Überschleifen mit Einzelachstoleranz							
<b>0: G64</b>	(default)													
<b>1: G641</b>	Überschleifen mit ADIS, ADISPOS													
<b>2: G642</b>	Überschleifen mit Einzelachstoleranz													
4	<p><b>Kompression, NC-Satz Kompressor (_TOLM)</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>0: FFWON SOFT</b></td> <td>mit Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung</td> </tr> <tr> <td><b>1: FFWOF SOFT</b></td> <td>ohne Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung</td> </tr> <tr> <td><b>2: FFWOF BRISK</b></td> <td>ohne Vorsteuerung, ohne Ruckbegrenzung</td> </tr> </table>	<b>0: FFWON SOFT</b>	mit Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung	<b>1: FFWOF SOFT</b>	ohne Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung	<b>2: FFWOF BRISK</b>	ohne Vorsteuerung, ohne Ruckbegrenzung							
<b>0: FFWON SOFT</b>	mit Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung													
<b>1: FFWOF SOFT</b>	ohne Vorsteuerung, mit Ruckbegrenzung													
<b>2: FFWOF BRISK</b>	ohne Vorsteuerung, ohne Ruckbegrenzung													
5	<p><b>Kompression, NC-Satz Kompressor (_TOLM)</b></p> <table border="0"> <tr> <td><b>0: kein (COMPOF)</b></td> <td>(default)</td> </tr> <tr> <td><b>1: COMPCAD</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>3: B-SPLINE</b></td> <td></td> </tr> </table> <p>Die Auswahl der Vorsteuerung (FFWON) und der Ruckbegrenzung (SOFT) setzt die Optimierung der Steuerung bzw. der Bearbeitungsachsen durch den Maschinenhersteller voraus.</p>	<b>0: kein (COMPOF)</b>	(default)	<b>1: COMPCAD</b>		<b>3: B-SPLINE</b>								
<b>0: kein (COMPOF)</b>	(default)													
<b>1: COMPCAD</b>														
<b>3: B-SPLINE</b>														



Die Anwendung der hier aufgeführten Funktionen setzt eine ordnungsgemäße Optimierung der CNC-Maschine durch den Maschinenhersteller voraus.

## Kompressor – COMPCAD

Der Kompressor wird idealerweise im CYCLE832 aufgerufen. Soll er separat programmiert werden, ist wie nachfolgend beschrieben vorzugehen.

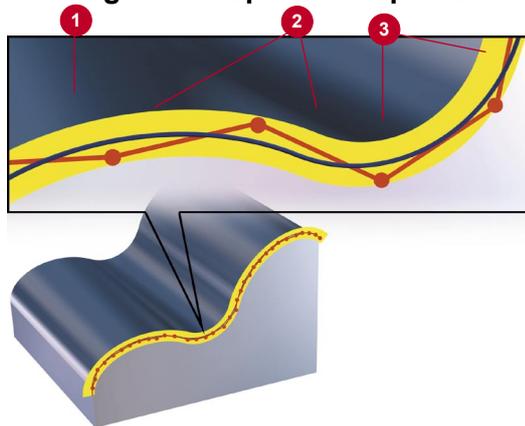
### Programmierung

COMPOF  
COMPCAD

### Erläuterung der Befehle

COMPOF	Kompressor aus
COMPCAD	<p>Kompressor ein, weiter Optimierung bezüglich Oberflächengüte und Geschwindigkeit. COMPCAD glättet den Punktverlauf vor der Approximation (B-Spline) und bietet bei hoher Bahngeschwindigkeit höchste Genauigkeit mit beschleunigungsstetigen Übergängen (Kompressionsrate unbegrenzt, aber max. Bahnlänge 5 mm)</p> <p>Vorzugsweise für das Fräsen von <b>Freiformflächen (empfohlen)</b></p>

### Wirkungsweise Spline-Kompressor



Der Kompressor fasst entsprechend des eingestellten Toleranzbandes **1** eine Sequenz von G1-Befehlen **2** zusammen und komprimiert diese zu einem Spline **3**, der direkt von der Steuerung ausführbar ist. Es entsteht eine neue Kontur, deren Konturverlauf innerhalb des angegebenen Toleranzschlauches liegt.

Die Oberfläche wird jetzt wesentlich glatter, da die Maschinenachsen harmonischer verfahren können und dadurch eine Anregung von Maschinenresonanzen vermieden wird.

In Folge sind höhere Verfahrgeschwindigkeiten möglich und die Maschine wird weniger belastet.



Ist der High Speed Setting-Zyklus CYCLE832 nicht vorhanden, können Sie trotzdem die Funktionalitäten des Kompressors nutzen. Sie müssen nur die notwendigen Maschinendaten und G-Codes im Programm ausformulieren. Beachten Sie dazu folgendes Beispiel und das Beispiel im Kapitel 3.8.

### Beispielprogramm für COMPCAD durch Verwendung eines Unterprogramms

COMPCAD kann elegant über ein Unterprogramm aufgerufen werden. Normalerweise muss für jede Bearbeitung (Schruppen, Schlichten) eine gesonderte Toleranz für alle Achsen angegeben werden. Im Unterprogramm wird der Toleranzwert als Variable definiert und beim Aufruf jeweils der aktuelle Toleranzwert übergeben.

Aufruf des Unterprogramms im Hauptprogramm mit Übergabe der Toleranz.

```
.*****  
,  
;Programmaufruf imHauptprogramm  
.*****  
,  
....  
N40....  
N45 TOL(0.015)  
N50...
```

Unterprogramm, dass den Toleranzwert für die Achsen setzt.

```
.*****  
,  
;Technologic program for 3 Axis HSC-MILLING  
.*****  
,  
PROC TOL(real tolerance)  
  
N20 SOFT  
N30 COMPCAD  
N30 G642  
N40 $MA_COMPRESS_POS_TOL[X]=tolerance  
N50 $MA_COMPRESS_POS_TOL[Y]=tolerance  
N60 $MA_COMPRESS_POS_TOL[Z]=tolerance  
N70 NEWCONF  
M17
```

**Bahnsteuerbetrieb, Look ahead – G64, G642**

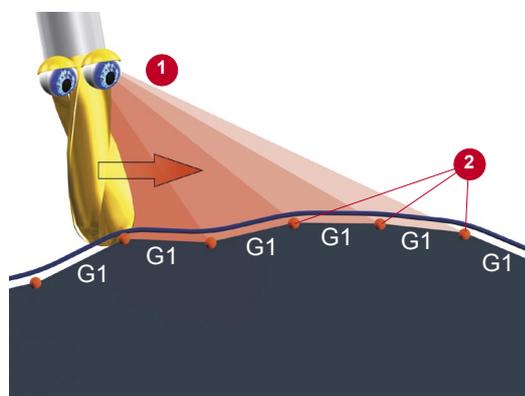
Ruft man den Bahnsteuerbetrieb innerhalb des CYCLE832 auf, entspricht bei G641 der ADIS-Wert dem Toleranzwert TOL\_. Programmieren Sie ohne CYCLE832, geben Sie den ADIS-Wert mit an.

**Programmierung des Abhebeabstands über ADIS**

**G64**  
**G642 ADIS=...** oder **ADISPOS=...**

**Erläuterung der Befehle**

<b>G64</b>	Bahnsteuerbetrieb – <b>Look ahead</b> mit Abbremsen nur an Ecken
<b>G642</b>	Überschleifen mit axialer Toleranz ( <b>empfohlen</b> ) <b>Look ahead</b> mit zusätzlichem <b>Eckenverschleifen</b> entsprechend MD 33100 (Maschinendatum) Für G642 gilt: Es gibt 2 Möglichkeiten der Toleranzvorgabe. 1. Vorgabe von Einzelachsen – siehe Programmierbeispiel vorangegangene Seite oder 2. Programmierung des Abhebeabstandes über ADIS  Vorzugsweise für das Fräsen von <b>Freiformflächen</b>
<b>ADIS=</b>	Überschleifabstand für Bahnfunktionen G1, G2, G3
<b>ADISPOS=</b>	Überschleifabstand für Eilgang G0 (nicht für Freiformflächen geeignet)

**Anwendung von G64, G642**

Ziel des Bahnsteuerbetriebs ist die Erhöhung der Geschwindigkeit und die Harmonisierung des Fahrverhaltens. Dies wird bei den Bahnsteuerfunktionen G64 usw. durch zwei Funktionen realisiert.

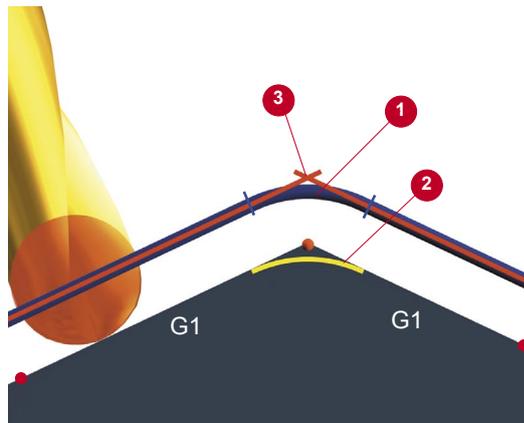
**Look ahead – vorausschauende Geschwindigkeitsführung 1**

Die Steuerung berechnet mehrere NC-Sätze voraus und ermittelt ein satzübergreifendes Geschwindigkeitsprofil. Die Art, wie diese Geschwindigkeitsführung berechnet wird, ist über die Funktionen G64 usw. einstellbar.

### Ecken verschleifen ②

Durch das Vorausschauen ist die Steuerung jetzt auch in der Lage, die erkannten Ecken zu verschleifen. D.h. die programmierten Eckpunkte werden nicht exakt angefahren. Scharfe Ecken werden verschliffen.

Durch diese beiden Funktionen wird die Kontur mit gleichmäßigem Bahngeschwindigkeitsprofil erstellt. Dies bewirkt bessere Schnittbedingungen, erhöht die Oberflächenqualität und verringert die Bearbeitungszeit.



Um scharfe Ecken ③ zu verschleifen, bildet der Bahnsteuerbefehl **G642** Übergangselemente ①, ② an den Satzgrenzen. Durch die Art, wie sie diese Übergangselemente bilden, unterscheiden sich die Bahnsteuerbefehle.

Bei G642 können Sie den Grad des Verschleifens ② durch den ADIS-Wert definieren.

**G642** fügt krümmungsstetige Übergangs-Polynome ein. Hierdurch werden Beschleunigungssprünge an den Satzgrenzen vermieden. Wir empfehlen bei Formenbauanwendungen G642.

## Vorsteuerung und Ruckbegrenzung – FFWON, SOFT, ...

Vorsteuerung und Ruckbegrenzung lassen sich im CYCLE832 nur in einer Kombination beider Funktionen aufrufen, da gerade in der Kombination ideale Bedingungen für das Freiformflächenfräsen möglich sind. Beide Funktionen lassen sich natürlich auch separat programmieren.

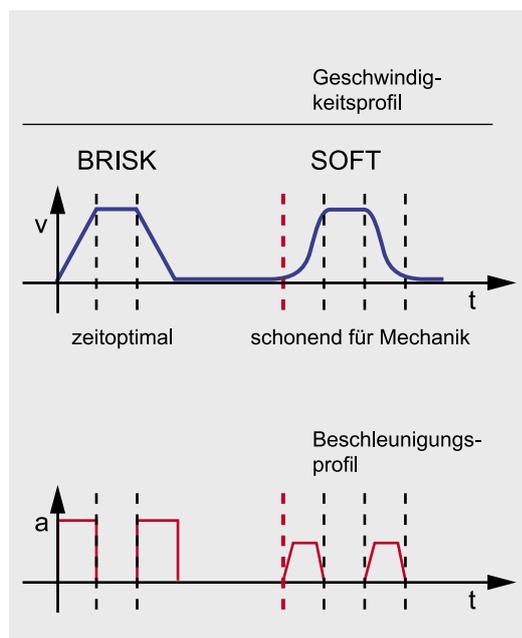
### Programmierung

FFWON  
FFWOF  
BRISK  
SOFT

### Erläuterung der Befehle

FFWON	Vorsteuerung "ein"
FFWOF	Vorsteuerung "aus"
BRISK	<b>Ohne Ruckbegrenzung</b> Sprunghafte Beschleunigung der Bahnachsen
SOFT	<b>Mit Ruckbegrenzung</b> Ruckbegrenzte Beschleunigung der Bahnachsen Axiale Ruckbegrenzung Maximalruck in Maschinendaten JOG_AND_PS_MAX_JERK (Jog und Positionierung) bzw. MAX_AX_JERK (Bahnbetrieb)

### Funktion Ruckbegrenzung



Um Beschleunigungen möglichst maschinenschonend durchzuführen, kann das Beschleunigungsprofil der Achsen über die Kommandos **Soft**, **Brisk** beeinflusst werden. Ist **Soft** aktiviert ändert sich das Beschleunigungsverhalten nicht sprunghörmig, sondern über eine lineare Charakteristik. Dies wirkt maschinenschonend. Auch ist dies der Oberflächenqualität von Werkstücken sehr dienlich, da Resonanzen der Maschine weit weniger angeregt werden.

#### BRISK:

Beschleunigungsverhalten: sprunghafte Beschleunigung der Bahnachsen entsprechend des eingestellten Maschinendatums

Die Achsschlitten fahren mit maximaler Beschleunigung bis zum Erreichen der Vorschubgeschwindigkeit. BRISK ermöglicht zeitoptimales Arbeiten, allerdings mit Sprüngen im Beschleunigungsverlauf.

**SOFT:**

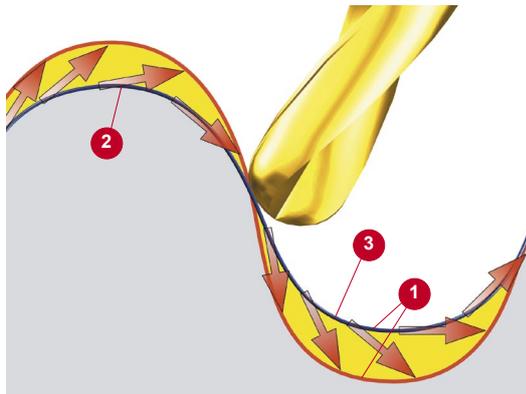
Beschleunigungsverhalten: ruckbegrenzte Beschleunigung der Bahnachsen.

Die Achsschlitten fahren mit stetiger Beschleunigung bis zum Erreichen der Vorschubgeschwindigkeit. Durch den ruckfreien Beschleunigungsverlauf ermöglicht **SOFT** höhere Bahngenauigkeit und geringere Maschinenbelastung.

**Funktion Vorsteuerung**

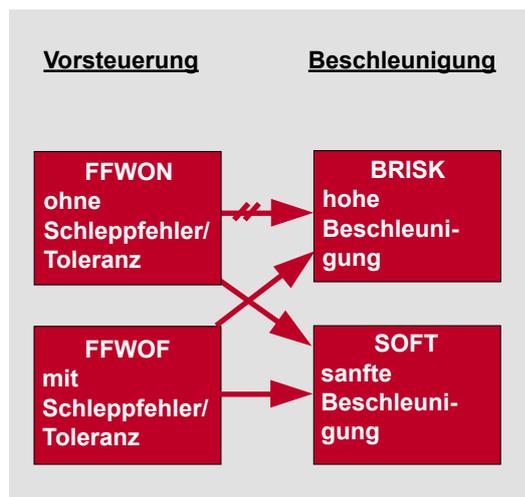
Aus dem Schleppfehler ergibt sich die Konturfälschung **1**. Durch die Trägheit im System hat der Fräser die Tendenz, die Sollkontur **2** tangential zu verlassen. D. h. die sich ergebende Istkontur **3** weicht vom Soll ab. Der Schleppfehler setzt sich aus dem System (Lageregelung) und der Geschwindigkeit zusammen.

Durch die Vorsteuerung **FFWON** wird der geschwindigkeitsabhängige Schleppfehler beim Bahnfahren gegen Null reduziert. Fahren mit Vorsteuerung ermöglicht höhere Bahngenauigkeit und damit bessere Fertigungsergebnisse.



**Empfehlungen**

Der CYCLE832 enthält folgende Kombinationen:



**FFWON SOFT**

Der Akzent liegt auf hoher Bahntreue. Dies wird durch eine weitgehend schleppfehlerfreie, weiche Geschwindigkeitsführung erreicht.

**FFWOF SOFT**

Hohe Bahntreue steht nicht im Vordergrund. Zusätzliches Verschleifen wird über den Schleppfehler erreicht. Verwendung bei älteren Teileprogrammen/Maschinen.

**FFWON BRISK**

nicht sinnvoll

**FFWOF BRISK**

Verwendung beim Schruppen und bei maximal geforderter Geschwindigkeit.

## 3.6 Vorschubprofil – FNORM, FLIN

### Programmierung

F... FNORM

F... FLIN

### Erläuterung der Befehle

<b>FNORM</b>	Grundeinstellung. Der Vorschubwert wird über den Bahnweg des Satzes vorgegeben und gilt danach als modaler Wert.
<b>FLIN</b>	Bahngeschwindigkeitsprofil linear: Der Vorschubwert wird vom aktuellen Wert am Satzanfang bis zum Satzende über den Bahnweg linear eingefahren und gilt danach als modaler Wert.

### Funktion

#### Was ist ein Vorschubprofil?

Zur flexibleren Vorgabe des Vorschubverlaufs wird die Vorschubprogrammierung nach DIN 66025 um lineare und kubische Verläufe erweitert. Die kubischen Verläufe können direkt oder als interpolierende Splines programmiert werden. Hierdurch lassen sich – abhängig von der Krümmung des zu bearbeitenden Werkstücks – kontinuierlich glatte Geschwindigkeitsverläufe programmieren.

Diese Geschwindigkeitsverläufe ermöglichen begrenzende Beschleunigungsänderungen und hierdurch Fertigung gleichmäßiger Werkstückoberflächen.

## 3.7 Programmierbeispiel mit CYLCE832

### Schachpferd

#### Einleitung

Mit Hilfe des CYCLE832 der SINUMERIK 840D werden wichtige G-Codes und Maschinendaten für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung automatisch gesetzt und aufeinander abgestimmt. Im Programm müssen Sie nur noch den CYCLE832 für die entsprechende Bearbeitung aufrufen (Schruppen, Schlichten) und arbeiten damit mit optimalen Prozessbedingungen.

#### Werkstück

Es soll ein Schachpferd gefräst werden. Der Arbeitsablauf besteht aus einem Schrupp- und Schlichtvorgang. Für jeden Bearbeitungsvorgang wird ein separates Programm verwendet.



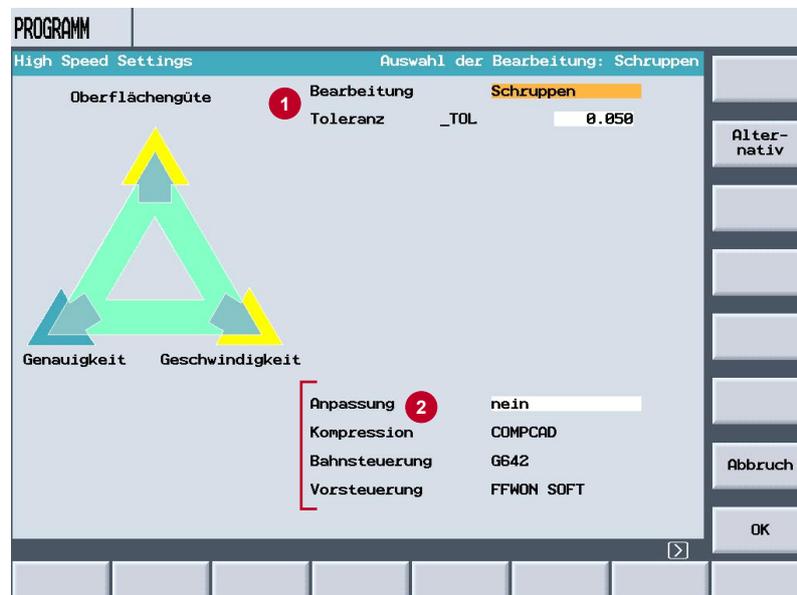
### Programm für die Schruppbearbeitung

```
N1 T1 D1
N2 M6
N3 G54 D1
N4 S4500 M3
N5 MSG( „Roughing end mill no arcs, Chord 0.05“ )
N6 MSG( „End Mill 8mm“ )
N7 CYCLE832(0.05,112003) ; Schruppvorgang mit Toleranz 0.05 siehe weiteres Kapitel
N8 G0 X-51.027 Y-60.935
N9 G0 X-51.027 Y-60.935 Z8.15
N10 G0 Z3.15
N11 G1 Z-1.85 F1000 ; G1-Sätze der Geometrie
N12 G1 X-50.131 Y-52.985 F2500
N13...
```

## CYCLE832 für Schruppbearbeitung

Für die Einstellungen des CYCLE832 können Sie den Dialog High Speed Settings nutzen.

- ▶ Wählen Sie dazu im Programmeditor den Softkey "High Speed Settings".
- ▶ Zuerst wählen Sie die Bearbeitung Schruppen und die Toleranz, im Beispiel 0.050 (1).
- ▶ Danach können Sie unter Anpassung einstellen, ob Sie die Standardeinstellung für weitere Parameter übernehmen möchten, oder explizit andere Werte setzen möchten z. B. für den Kompressor. Eine weitere Anpassung ist in der Regel nicht notwendig (2).  
 Die Parameter unten können Sie nur ändern, wenn der Maschinenhersteller diese Funktion freigeschaltet hat.
- ▶ Bestätigen Sie den Dialog mit OK. Die Einstellungen für den CYCLE832 werden übernommen.



## Programm für die Schlichtbearbeitung

```
N1 T2 D1
N2 M6
N3 G54 D1
N4 S10500 M3
N5 MSG( „Finishing Chord 0.005“ )
N6 MSG( „Ball Mill D3“ )
N7 CYCLE832(0.005,112001) ; Schlichtvorgang mit Toleranz 0.005 siehe weiteres Kapitel
N8 G0 X26.499 Y-12.096
N9 G0 X26.499 Y-12.096 Z10.
N10 G0 Z-11.
N11 G1 Z-16. F500 ; G1-Sätze der Geometrie
N12 G1 Y-12.079 Z-15.666 F2000
N13...
```

## CYCLE832 für Schlichtbearbeitung

Für die Schlichteinstellungen können Sie ebenfalls den Dialog High Speed Settings nutzen.

- ▶ Wählen Sie dazu im Programmierer den Softkey "High Speed Settings".
- ▶ Wählen Sie die Bearbeitung Schlichten und die Toleranz, im Beispiel 0.005 (1).
- ▶ Weitere Einstellungen können Sie unter Anpassung festlegen (2).
- ▶ Bestätigen Sie den Dialog mit OK. Die Einstellungen für den CYCLE832 werden übernommen.

## 3.8 Programmierbeispiel ohne CYCLE832

### Schachpferd

#### Einleitung

Mit Hilfe des CYCLE832 werden wichtige G-Codes und Maschinendaten für die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung automatisch gesetzt und aufeinander abgestimmt. Auch an Steuerungen ohne CYCLE832 Unterstützung (z. B. 802D sl) können Sie den Vorteil der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung nutzen, ohne den CYCLE832 zu verwenden. Die notwendigen Maschinendaten und Programmbefehle müssen Sie dann im Programm ausformulieren.

Am Beispiel der Bearbeitung eines Schachpfers wird Ihnen die Vorgehensweise dargestellt.



#### Werkstück

Es soll ein Schachpfers gefräst werden. Der Arbeitsablauf besteht aus einem Schrupp- und einem Schlichtvorgang. Für jeden Bearbeitungsvorgang wird ein Programm verwendet.

#### Programm für Schruppbearbeitung

```

N1 T1 D1
N2 M6
N3 G54 D1
N4 S4500 M3
N5 MSG("Schruppen mit Kompressortoleranz 0.05")
N8 SOFT ; Einschalten der ruckbegrenzten Bahnbeschleunigung, dadurch bessere
; Oberfläche
N9 COMPCAD ; Kompressor für Oberflächenoptimierung einschalten
N10 G642 ; Überschleifen der Konturübergänge
N11 $MA_COMPRESS_POS_TOL[X]= 0.05 ; Einstellen der Kompressortoleranz für die Achsen x, y, z
N12 $MA_COMPRESS_POS_TOL[Y]= 0.05 ; Der Toleranzwert sollte ca. 10% bis 20% über der
N13 $MA_COMPRESS_POS_TOL[Z]= 0.05 ; Berechnungstoleranz des CAM-Systems liegen
N14 G0 X50.899 Y-57.933 ; Positionieren im Eilgang und Programmierung Kontur für Schlichten
N15 G0 X50.899 Y-57.933 Z10.15
N16 G0 Z5.15
N17 G1 Z0.15. F2500
N18 G1 X49.986 Y-51
N19 ...

```

## Programm für Schlichtbearbeitung

```
N1 T2 D1
N2 M6
N3 G54 D1
N4 S+4500 M3
N5 MSG( „Schlichten mit Kompressortoleranz 0.005“ )
N8 SOFT ; Kommentare siehe Schruppbearbeitung
N9 COMPCAD
N10 G642
N11 $MA_COMPRESS_POS_TOL[X]= 0.005 ; Einstellen der Kompressortoleranz für die Achsen x, y, z
N12 $MA_COMPRESS_POS_TOL[Y]= 0.005 ; Der Toleranzwert sollte ca. 10% bis 20% über der
N13 $MA_COMPRESS_POS_TOL[Z]= 0.005 ; Berechnungstoleranz des CAM-Systems liegen
N14 G0 X26.499 Y-12.096 ; Positionieren im Eilgang und Programmierung
; Kontur für Schlichten
N15 G0 X26.499 Y-12.096 Z10.
N16 G0 Z-11.
N17 G1 Z-16. F500
N18 G1 Y-12.079 Z-15.666 F2000
N19 ...
```

### TIPP

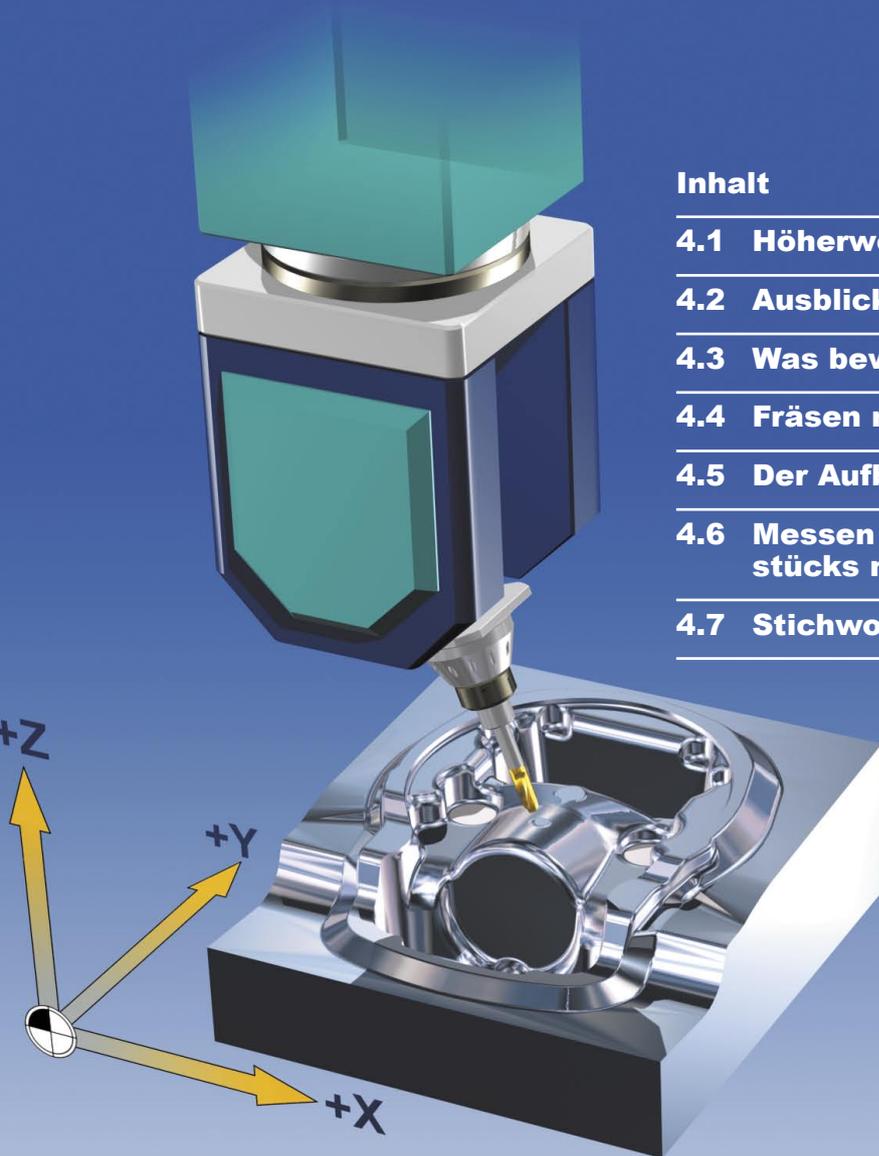
Wenn Sie mehr als zwei Bearbeitungsvorgänge haben, müssen Sie in der Regel nur die Toleranz des Kompressors anpassen, um eine bessere Oberflächengüte zu erzielen. Die weiteren Einstellungen können übernommen werden.

### TIPP

Die Einstellung für die Kompressortoleranz (COMPCAD) können Sie auch über ein separates Unterprogramm definieren. Es wird dann der Toleranzwert als Variable übergeben. Beachten Sie das Beispiel im Kap. 3.5 zu COMPCAD.



# Nachschlagen



Inhalt	Seite
4.1 Höherwertige Funktionen im Überblick	88
4.2 Ausblick 5-Achs-Bearbeitung	91
4.3 Was bewegt sich wie?	92
4.4 Fräsen mit 3 Achsen oder 3 + 2 Achsen?	93
4.5 Der Aufbau von 3+2-Achs-Fräsmaschinen	94
4.6 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks mit zwei Rundachsen im Tisch	96
4.7 Stichwortverzeichnis	98

# 4

## 4.1 Höherwertige Funktionen im Überblick

Auf den folgenden Seiten werden die höherwertigen Funktionen der 840D zusammengefasst. Damit erhalten Sie einen Überblick über diejenigen Befehle, die über das in DIN 66025 festgelegte Maß hinausgehen und signifikante Verbesserungen im Bereich 3-Achs-Formenbau ermöglichen.

### Wegbefehle

#### Sprachelemente mit Kreisinterpolationsprogrammierung

<b>TURN</b>	Anzahl der zu verfahrenen Vollkreise G3 X... Y... I... J... TURN =
<b>CR=</b>	Zusätzliche Parameter: Kreisradius
<b>I1, J1, K1</b>	Zwischenpunkt in kartesischen Koordinaten (in Richtung X, Y, Z)

#### Kompressor

<b>COMPCAD</b>	Flächenoptimierter Kompressor (beschleunigungsstetig)
	Mit entsprechenden Einzelachstoleranzen: <b>\$MA_COMPRESS_POS_TOL[X] = ...</b> siehe auch CYCLE832

#### Technologie G-Gruppen

<b>DYNNORM</b>	Normale Dynamik wie bisher
<b>DYNPOS</b>	Positionierbetrieb, Gewindebohren
<b>DYNROUGH</b>	Schruppen
<b>DYNSEMIFIN</b>	Schlichten
<b>DYNFINISH</b>	Feinschlichten

## Dynamisches Verhalten

### Look Ahead

<b>G60</b>	<b>Genauhalt</b> am Satzende
<b>G601</b>	Satzwechsel bei Erreichen des Feinpositionsfensters
<b>G602</b>	Satzwechsel bei Erreichen des Grobinpositionsfensters
<b>G603</b>	Satzwechsel bei Interpolationsende
<b>G64</b>	<b>Überfahren des Satzendes (LOOK AHEAD)</b>
	<b>Überschleifen</b>
<b>G641</b>	ADIS = ... Überschleifabstand
<b>G642</b>	ADISPOS = ... Überschleifabstand bei G0, geschwindigkeitsstetig Überschleifen mit Einzelachstoleranzen (\$MA_COMPRESS_POS_TOL[X] = ...) oder ADIS, ADISPOS über Zwischensätze, beschleunigungsstetig <b>(empfohlen)</b>
<b>G60, G64, G641, G642</b>	G-Codegruppe 10
<b>G601 – G603</b>	Eigene G-Codegruppe (Gruppe 12)

### Geschwindigkeitsprogrammierung

<b>G94</b>	<b>Konventionelle satzweise Geschwindigkeitsprogrammierung über</b> inch/min bzw. mm/min
<b>G93</b>	inverse Zeit
<b>G95</b>	inch, mm pro Spindelumdrehung
<b>G96</b>	Konstante Schnittgeschwindigkeit

### Ruck

<b>SOFT</b>	Ruckbegrenzung
<b>BRISK</b>	Beschleunigungsbegrenzung

### Vorsteuerung

<b>FFWON</b>	Vorsteuerung ein
<b>FWOF</b>	Vorsteuerung aus

**Werkzeugradiuskorrektur**

<b>G40</b>	Deaktivierung aller Varianten
<b>G41</b>	Aktivierung beim Umfangfräsen, Korrekturrichtung links
<b>G42</b>	Aktivierung beim Umfangfräsen, Korrekturrichtung rechts
<b>G450</b>	Kreise an Außenecken (alle Korrekturtypen)
<b>G451</b>	Schnittpunktverfahren an Außenecken (Alle Korrekturtypen)

**2½-D**

<b>CUT2D</b>	2 1/2-D-KORREKTUR mit Korrekturebene durch G17 - G19 bestimmt
<b>CUT2DF</b>	2 1/2-D-KORREKTUR mit Korrekturebene durch Frame bestimmt

**FRAMES****Programmierbare Frames**

<b>TRANS X... Y... Z...</b>	Absolute Verschiebung
<b>ATRANS X... Y... Z...</b>	Inkrementelle Verschiebung, relativ zu bereits aktivem Frame
<b>ROT X... Y... Z...</b>	Absolute Drehung
<b>AROT X... Y... Z...</b>	Inkrementelle Drehung, relativ zu bereits aktivem Frame
<b>ROTS X... Y...</b>	Absolute Drehung, die durch zwei Winkel beschrieben wird. Die Winkel sind die Winkel der Schnittlinien der schrägen Ebene mit den Hauptebenen gegen die Achsen.
<b>AROTS X... Y...</b>	Inkrementelle Drehung, relativ zu bereits aktivem Frame wie Winkel wie ROTs
<b>RPL=...</b>	Drehung in der Ebene
<b>MIRROR X... Y... Z...</b>	Absolutes Spiegeln
<b>AMIRROR X... Y... Z...</b>	Inkrementelles Spiegeln, relativ zu bereits aktivem Frame
<b>SCALE X... Y... Z...</b>	Absolutes Skalieren
<b>ASCALE X... Y... Z...</b>	Inkrementelles Skalieren, relativ zu bereits aktivem Frame

**Frame-Operatoren**

Über die Frame-Operatoren können Frame-Variable als Verkettung einzelner Frame-Typen definiert werden:

<b>CTRANS (X... Y... Z...)</b>	Absolute Verschiebung
<b>CROT (X... Y... Z...)</b>	Absolute Drehung
<b>CROTS (X... Y... Z...)</b>	Absolute Drehung
<b>CMIRROR (X... Y... Z...)</b>	Absolutes Spiegeln
<b>CSCALE (X... Y... Z...)</b>	Absolutes Skalieren
<b>FRAME = CTRANS(...)</b> : <b>CROT (X... Y... Z...)</b> : <b>CMIRROR (X... Y... Z...)</b>	

## 4.2 Ausblick 5-Achs-Bearbeitung

**Freiformfläche**



Die Anforderungen an Formen, Oberflächenqualität und Bearbeitungsgeschwindigkeit bei der Zerspanung speziell im Werkzeug- und Formenbau werden rasant höher:

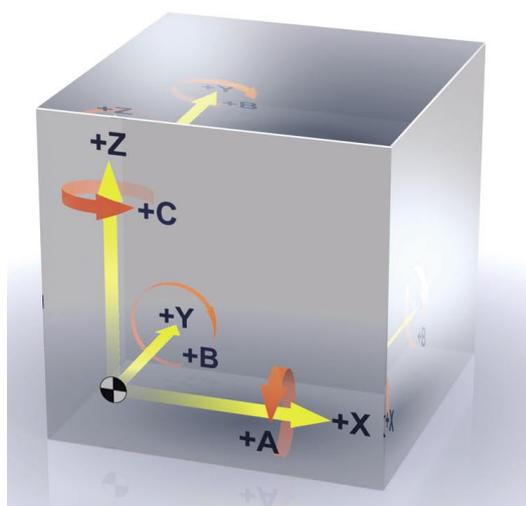
Um optimale Schnittbedingungen beim Bearbeiten räumlich gekrümmter Flächen ❶ zu erzielen, ...

**Schräge Fläche mit Bohrung**



... um beliebig im Raum liegende Geometrien ❷ zu bearbeiten (hier muss der Anstellwinkel der Werkzeugachse veränderbar sein) ...

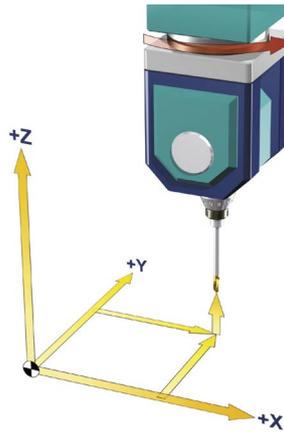
**3 + 2 Achsen**



Dazu sind zusätzlich zu den 3 Linearachsen X, Y und Z noch 2 Rundachsen A, B oder C erforderlich.

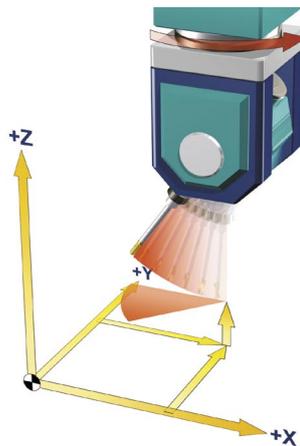
## 4.3 Was bewegt sich wie?

Für bestimmte Aufgaben genügt es, mit fester Orientierung zu arbeiten, z. B. Werkzeug anstellen auf schrägen Ebenen. Moderne 5-Achs-Steuerungen wie SINUMERIK 840D bieten Ihnen direkt an der Maschine die Möglichkeit, Elemente wie schräge Bohrungen und Taschen mit fester Werkzeugorientierung zu programmieren und bei Programmen aus CAM-Systemen die wesentlichen Bearbeitungsparameter zu beeinflussen.



### Maschinenbewegung

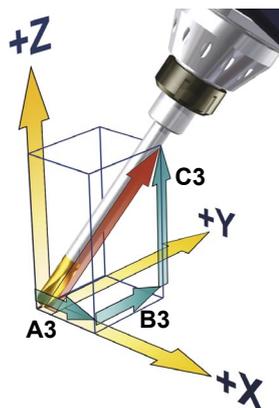
Mit den Linearachsen X, Y und Z wird eine Werkzeugposition im Arbeitsraum angefahren.



Mit 2 Drehachsen, z. B. B und C, wird die Anstellung des Werkzeugs, die Werkzeugorientierung, verändert.

Mit 3 Linearachsen und 2 Rundachsen ist theoretisch jeder Punkt im Raum mit der gewünschten Werkzeugorientierung anfahrbar.

### Richtungsvektor der Werkzeugorientierung

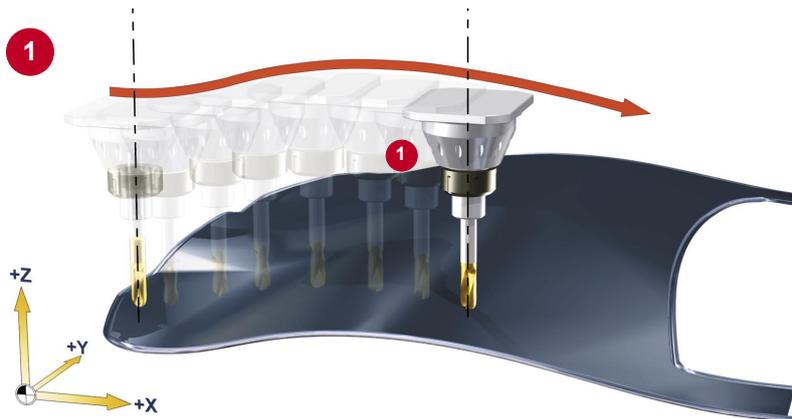


### CNC-Programmierung

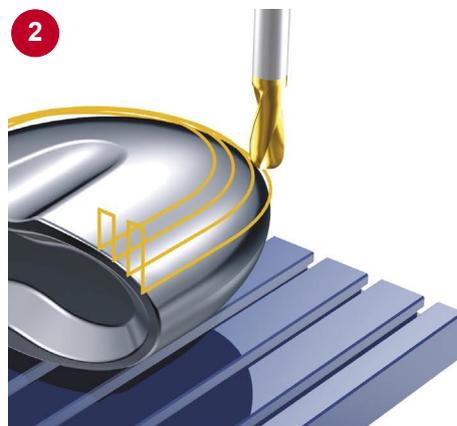
Die Beschreibung einer Sollposition im NC-Programm erfolgt mit den Koordinatenachsen X, Y und Z. Zur Beschreibung der Werkzeugorientierung empfehlen wir, vorzugsweise den Richtungsvektor A3, B3, C3 zu verwenden, um die Orientierung unabhängig von der Kinematik zu programmieren.

## 4.4 Fräsen mit 3 Achsen oder 3 + 2 Achsen?

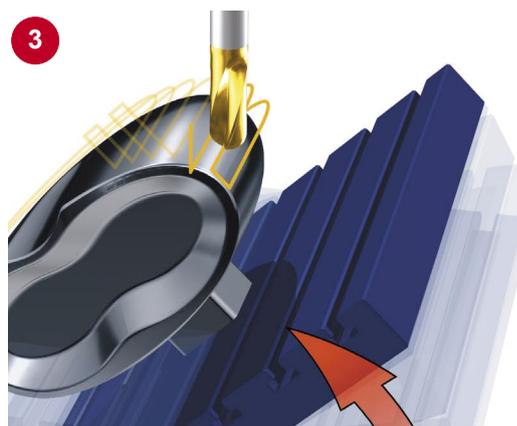
Insbesondere gleichmäßig konvex gekrümmte Freiformflächen werden gewöhnlich mit 3 gesteuerten Achsen gefertigt. Bei tiefen Kavitäten oder häufigen Krümmungswechseln sind jedoch 5 gesteuerte Achsen erforderlich.



**3 Achsen**  
**Gesteuerte Bahnachsen X, Y, Z**  
Auf der gesamten Fräserbahn ändert sich die Orientierung des Fräasers nicht. Die Schnittbedingungen an der Fräaserspitze sind nie optimal.



**3 + 2 Achsen**  
**Gesteuerte Bahnachsen X, Y, Z**  
**Feste Rundachsen, z. B. A, C (Tisch)**  
Bei diesen Werkzeugmaschinen ist die Orientierung des Werkzeugs oder die Stellung des Tisches, z. B. durch **Umrüsten** veränderbar. Der Fräser arbeitet hier mit optimalen Schnittbedingungen. Die Schnittbedingungen verschlechtern sich, je weiter der Fräser auf dem Werkstück nach oben oder zur Seite wandert.



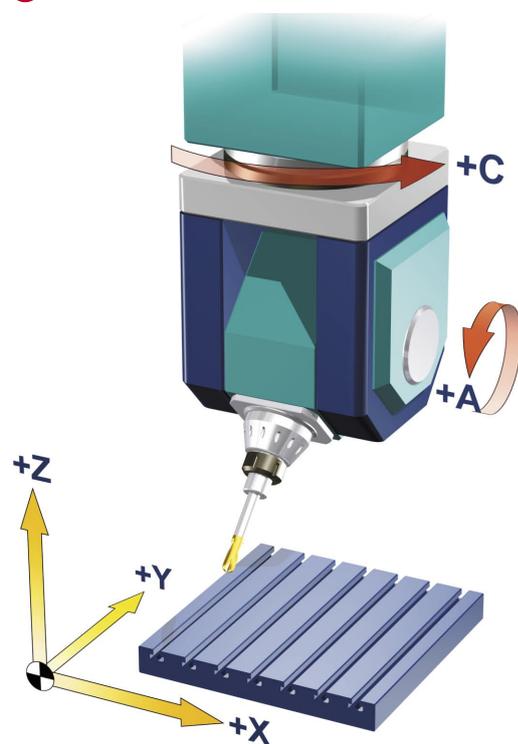
**3 + 2 Achsen**  
**Gesteuerte Bahnachsen X, Y, Z**  
**Feste Rundachsen, z. B. A, C (Tisch) geschwenkt**  
Um auch hier optimale Schnittbedingungen zu erhalten, wird der Tisch geschwenkt. Um eine Freiformfläche vollständig zu bearbeiten, ist oft mehrfaches Schwenken in verschiedene Richtungen erforderlich.

## 4.5 Der Aufbau von 3+2-Achs-Fräsmaschinen

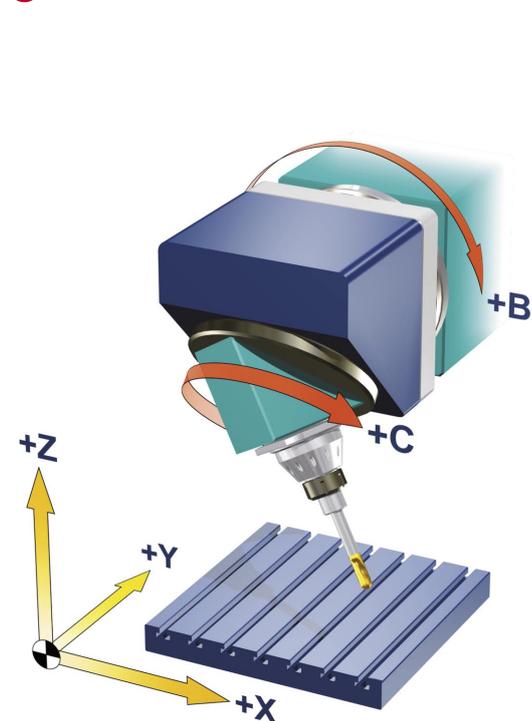
Eine 5-Achs-Maschine kann Werkzeugbewegungen in 5 Achsen steuern. Das sind die 3 bekannten Linearachsen und zusätzlich 2 Rundachsen. Für die beiden Rundachsen gibt es unterschiedliche Kinematiklösungen. Die gebräuchlichsten stellen wir schematisch vor.

### 2 Rundachsen im Kopf

1 Gabel

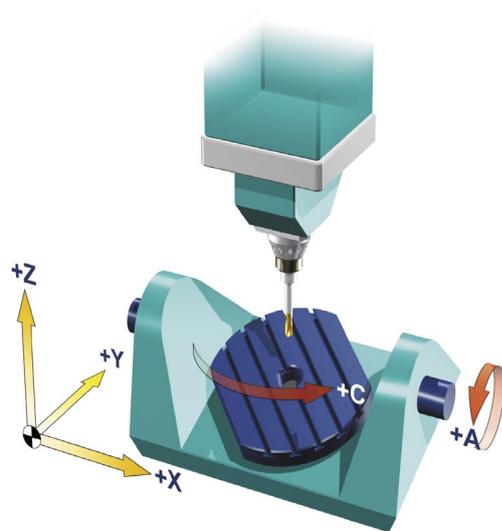


2 nutiert \*

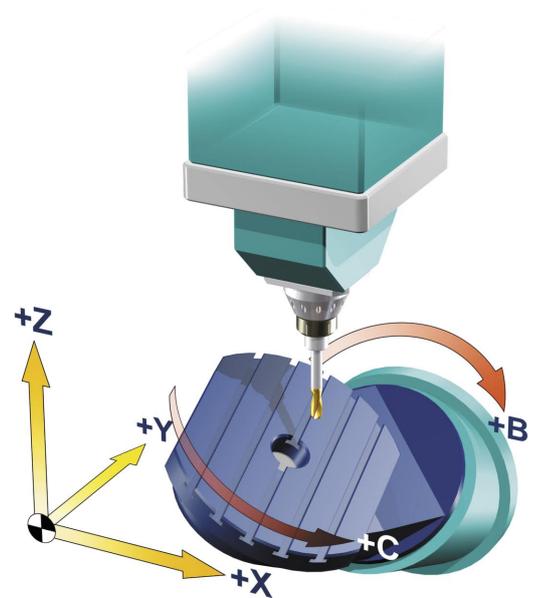


## 2 Rundachsen im Tisch

3 Dreh/Schwenk

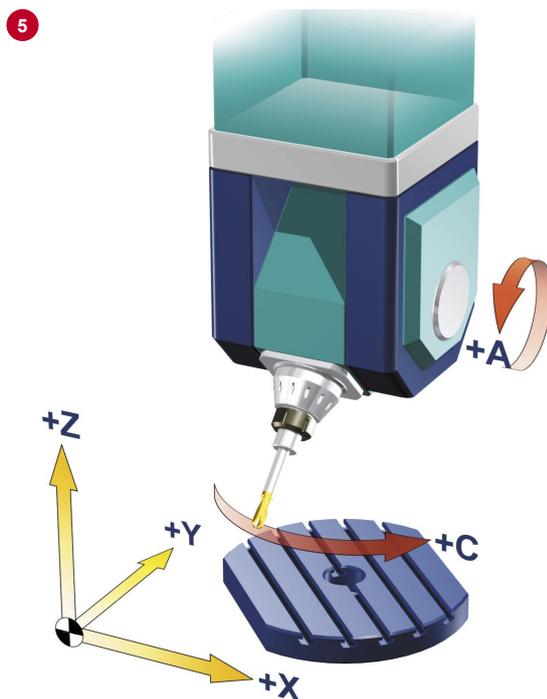


4 nutiert \*



\* Begriff: Steht die Drehachse nicht senkrecht auf einer Linearachse, spricht man von einer "nutierten" Achse.

## 1 Rundachse im Kopf / 1 Rundachse im Tisch



## 4.6 Messen im JOG - Einrichten eines Werkstücks mit zwei Rundachsen im Tisch

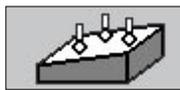
### Aufgabenstellung

**Beispiel** Für Maschinen, die zusätzlich zur Tisch-Rundachse (C-Achse) eine A- bzw. eine B-Achse besitzen und somit in der Lage sind, das Werkstück 3-Dimensional auszurichten, besteht die folgende Möglichkeit die Werkstückoberfläche (Bearbeitungsfläche) in eine waagrechte Position zu korrigieren.

Diese Möglichkeit kann durch die Kombination von den zwei Funktionalitäten "Ebene ausrichten" und "Schwenken" in der Betriebsart JOG realisiert werden.

### Ebene ausrichten

Zuerst richten Sie die Ebene aus.



"Ebene ausrichten" aufrufen.



Fahren Sie den Messtaster an den Messpunkt P1 heran.



Eingabemaske versorgen:

- ➊ Auswahl der Nullpunktverschiebung z. B. G54, G55, G56 oder G57 wählen. Im Beispiel wurde G54 verwendet.



Mit "NC-Start" wird der jeweilige Messpunkt P1, P2 und P3, ausgehend von der manuell eingenommenen Vorposition, automatisch angefahren. D.h. der Messtaster fährt das Werkstück an, löst aus und zieht auf die Startposition zurück.

Nachdem alle Punkte angefahren wurden, drücken Sie "Berechnen"

Berechnen

Maschine	FRAES_SUEL_KORR	JOG	MPF.DIR BOHRUNG_C977.MPF	
Kanal RESET			Programm abgebrochen	
				ROV
WKS	Position	Repos-Versch.	Masterspindel	S1
X	3.5090 mm	0.0000	Ist	0.000 U/min
Y	22.5930 mm	0.0000	Soll	0.000 U/min
Z	-49.7300 mm	0.0000	Pos	0 grad
SP	0.0000 grd	0.0000		100.0 %
C	354.6680 grd	0.0000	Leistung	0%

Ebene ausrichten		Aut. Korrektur in Nullpunktverschiebung	
		Nullpktv.	G54
X		0.0000 grd	
Y		0.0000 grd	
Z		0.0000 grd	
NV beim Messen:		G500	
alpha			
beta			

Messen 3. Messpunkt beendet

### Ergebnis

Die Ebene wird horizontal ausgerichtet. Ist auf der Maschine Schwenken eingerichtet, können Sie das Werkstück sofort zu den Achsen ausrichten. Der Tisch bzw. der Kopf wird entsprechend der Korrekturwerte ausgerichtet.

Ist kein Schwenken eingerichtet, können Sie den Messtaster senkrecht zur gemessenen Ebene ausrichten. Die Korrektur erfolgt dann nur in den Koordinatenachsen, ohne ein sichtbares Schwenken des Tisches bzw. Kopfes.

Ebene ausrichten		Sie haben in eine nicht akt. NV korrigiert!	
		Nullpktv.	G54
X		0.0000 grd	
Y		0.0000 grd	
Z		0.0000 grd	
NV beim Messen:		G500	
alpha		0.0000	
beta		0.0000	

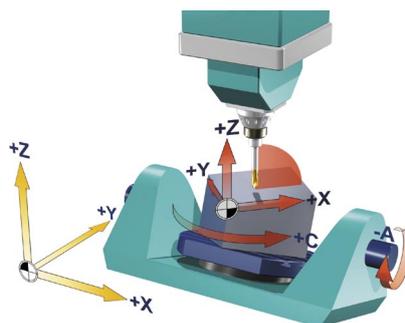
Diese Nullpunktverschiebung aktivieren?  ja

Messtaster senkrecht auf Ebene stellen?  ja

Ausrichten erfolgt durch Schwenken!  ja

Vor Ausrichten in WZ-Richt. freifahren?  ja

Nachdem die Ebene ausgerichtet ist, müssen Sie noch die NPV für X,Y und Z ermitteln. Gehen Sie dazu vor wie in Kapitel 2.3 und 2.4 beschrieben.



**4.7 Stichwortverzeichnis****A**

ADIS 76  
 Aufbau Fräsmaschinen 94  
 Automatikbetrieb 35,36  
   Messen des Werkstücks 36  
   Vermessen Werkzeug 38  
   Werkzeugradius ermitteln 39

**B**

Bahnsteuerbetrieb 76  
 Bahnsteuerung 44,73  
 Basisframe 63  
 Beschleunigter externer Satzsuchlauf 50  
 Betriebsart AUTO 35  
   Vermessen Werkzeug 38  
 Betriebsart JOG 18  
 BRISK 78,79

**C**

CAM 10  
 Compact Flash Card 40  
 COMPCAD 11,74  
   Kompressor-Funktion 11  
 COMPOF 44,74  
 CYCLE800 66  
 CYCLE832 42,51,72  
   Parameter 44  
   Programmierbeispiel 81

**D**

Drehachse 95  
 Dynamisches Verhalten 89

**E**

Ebene ausrichten 19,35,96  
 Ecke messen 19,20,35  
 Ecke setzen 36  
 Ermitteln der Werkzeuglänge 38,53  
 Ethernet 40  
 EXTCALL 40,50

**F**

Fahrbewegungen 63  
 FFWOF 78,79  
 FFWON 78,79  
 FLIN 80  
 FNORM 80  
 Frame, Frames 63,90  
   Anwendung 64  
   Frame-Operatoren 90  
   Komponenten für die Programmierung 65  
   Programmierbare Frames 90  
   Spezielle Frames  
 Fräsen 93  
 Freiformflächenbearbeitung 10  
 Fünf-Achs-Bearbeitung 91

**G**

G-Code Editor 58  
 Gabel 94  
 Genauigkeit 10,42  
 Geschwindigkeit 10,42  
 Geschwindigkeitsprogrammierung 89  
 Grunddrehung 20,22,25

**H**

High-Speed-Settings 42,72  
 High-Speed-Setting Zyklus 59

**J**

JOG 32  
   Werkzeug einrichten 16  
   Werkzeug messen 32

**K**

Kante messen 19,25,35  
 Kante setzen 28  
 Kinematiken 66,94  
 Kompression 44,73  
 Kompressor 11,74,88  
 Kompressor-Funktion 11  
 Kompressortoleranz 12  
 Koordinatensysteme 63

**L**

Linearachsen 94  
 Look ahead 76,89

**M**

Maschinenbewegung 92  
 Maschinenkinematiken 24,66  
 Maschinenkonfigurationen 18,29  
 Maschine mit zwei Rundachsen im Tisch 96  
 Maschine ohne Rundachse im Tisch 20  
 Messen im JOG 33  
   mit 802D sl 33  
 Messen in Automatik 17  
 Messtaster 18  
 Messtaster kalibrieren 19,35  
 Messzyklen 19,35,38  
   anwählen 19

**N**

NC-Formenbauprogramm 13  
   Aufbau 13  
   Strukturierung 13  
 NC-Programmierung 92  
 Nullpunkt 18  
 Nullpunktverschiebung 20,28,64  
 nutierte Achse 95

**O**

Oberflächengüte 10,42

**P**

PCU 20 40

PCU 50 40

Programm

    abbrechen 48

    anwählen 48

    fortsetzen 48

    starten 48

    stoppen 48

    unterbrechen 49

Programmdatenübergabe 40

Programme managen 40

Programmierbares Überschleifen 11

    Splineinterpolation 11

Programmstruktur 13,46

Prozesskette

    CAD CAM CNC 10

Prozessmessen 35

Punkt Messen für Z-Achse: 37

**Q**

Quick View 52,53,54

    Abstandsmessung 55

Quick Viewer 60

**R**

REPOS 49

Reset 50

Richtungsvektor 92

Ruck 89

Ruckbegrenzung 78

Rundachsen 25,94,95,96

**S**

Satzsuchlauf 50,58

Schnelldarstellung 54

Schwenken 66,96

    CYCLE800 66

    Parameter der Eingabemaske 68

    Programmierbeispiel 70

Schwenkkopf 66

Schwenktisch 66

serielle Schnittstelle 40

ShopMill 56

    Bedienoberfläche 56

    Funktionen 57

    Zyklus für Gravuren 59

Simulation 60

SOFT 78,79

Spline 11

Spline-Kompressor 74

Splineinterpolation 11

Status Externe Programme 52

**T**

Tasche/Bohrung messen 19,35

TCU 40

Technologie G-Gruppen 88

Toleranz\_Tol. 44,73

Toleranzband 12

**U**

Überschleifen 11

Unterbrechung 49

Unterprogramm 13

USB-Schnittstelle 40

**V**

Vorschubprofil 80

Vorsteuerung 44,78,89

**W**

Wegbefehle 88

Werkstück 16

    einrichten 16,18,33

    messen 16

Werkzeug

    messen 16

    messen im JOG 32

Werkzeugbezugspunkt 30

Werkzeuge vermessen 30

Werkzeuggeometrien 30

Werkzeugkorrektur 31

Werkzeugkorrekturdaten 31

Werkzeugmesstaster

    kalibrieren 32

Werkzeugorientierung 92

Werkzeugradiuskorrektur 90

Werkzeigtabelle 30

Werkzeugtyp

    Fräserarten 30

Werkzeugverwaltung

    ShopMill 57

**Z**

Zapfen messen 19,35

Zyklus für Gravuren 59

Siemens AG  
Automatisierungs- und Antriebstechnik  
Motion Control Systems  
Postfach 3180, D – 91050 Erlangen  
Bundesrepublik Deutschland

[www.siemens.com/automation/mc](http://www.siemens.com/automation/mc)

© Siemens AG 2007  
Änderungen vorbehalten  
Bestell-Nr.: 6FC5095-0AB20-0AP0  
Gedruckt in der Bundesrepublik Deutschland