

# Maschinenintegriertes Werkstückmessen beim 3-Achsen Fräsen

Prinzip und Anwendung mit SINUMERIK Operate

[siemens.de/cnc4you](https://www.siemens.de/cnc4you)

# Maschinenintegriertes Werkstückmessen beim 3-Achsen Fräsen

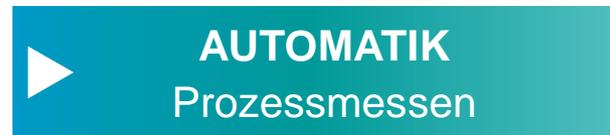
- 1 Messfunktionen SINUMERIK – Überblick
  - 1.1 Koordinatensysteme und Bezugspunkte
  - 1.2 Messmittel
  - 1.3 Messgenauigkeit
- 2 Werkstückmessen
  - 2.1 Werkstückmessen / Einrichten in der Betriebsart JOG
  - 2.2 Werkstückmessen in der Betriebsart AUTOMATIK
  - 2.3 Erstellen von Messprotokollen
- 3 Praxisteil: SINUMERIK Messzyklen in der Anwendung
- 4 Zusammenfassung

# 1 Messfunktionen SINUMERIK - Überblick

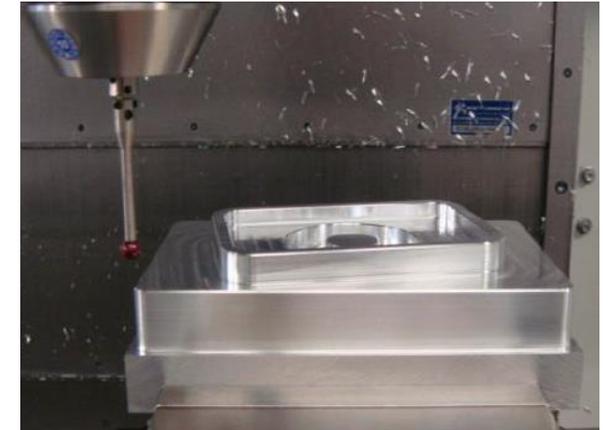
## Einführung in die Werkstückmessung mit SINUMERIK

Die Messung am Werkstück dient der Bestimmung von **Position und Lage des Werkstücks im Maschinenkoordinatensystem.**

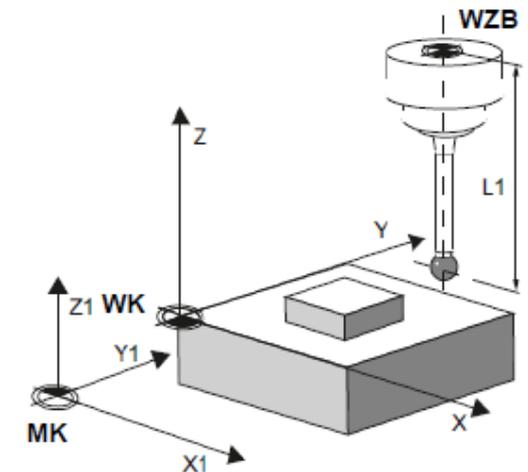
Werkstückmessen kann in zwei **Betriebsarten** erfolgen:



**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



Messzyklen dienen unterschiedlichen Messaufgaben.  
Durch die Einstellung verschiedener Parameter wird der Messzyklus für die Messaufgabe in der Eingabemaske konfiguriert.

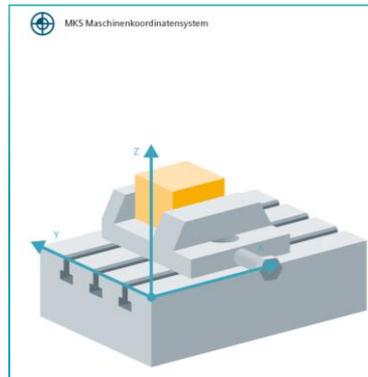


# 1.1 Messfunktionen SINUMERIK - Überblick Koordinatensysteme und Bezugspunkte

Eine automatisierte und wiederholte Abarbeitung von Werkstückprogrammen erfordert die Definition von **Bezugspunkten**:

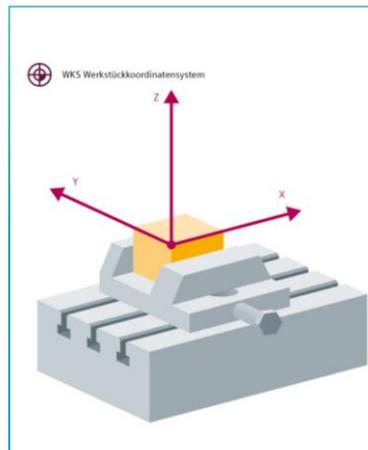
## ▶ Maschinennullpunkt

- Liegt im Maschinenkoordinatensystem MKS und wird vom Maschinenhersteller festgelegt
- Kann vom Anwender nicht verändert werden
- Bezugspunkt für maschineninterne Messsysteme
- Begrenzt den Arbeitsbereich der Maschine

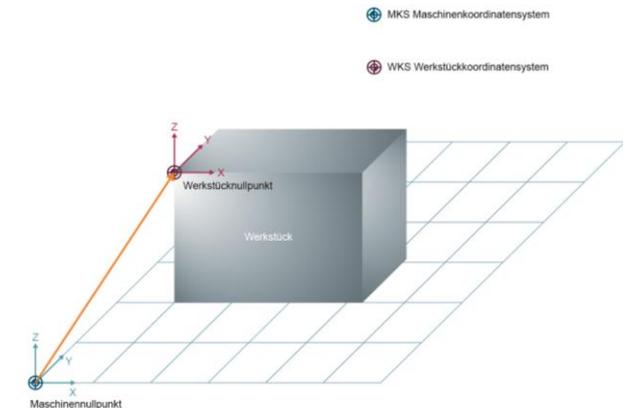


## ▶ Werkstücknullpunkt

- Ist der Ursprung des Werkstückkoordinatensystems WKS, Nullpunkt des Werkstücks
- Kann vom Anwender frei gewählt werden
- Wird oft an einer Werkstückecke oder im Zentrum des Werkstücks, einer Bohrung, eines Zapfen usw. positioniert (fertigungsgerecht nach Vorgabe der Bauteilzeichnung)



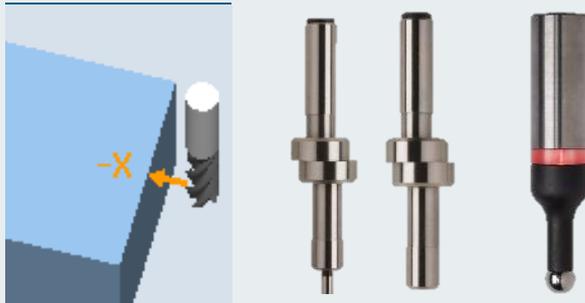
## Nullpunktverschiebung



Anpassung des MKS an das WKS  
d.h. die Transformation des  
Maschinennullpunkts in den  
Werkstücknullpunkt.

## 1.2 Messmittel zur Werkstückmessung

### Manuelles Antasten / Ankratzen



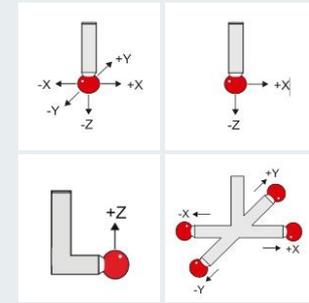
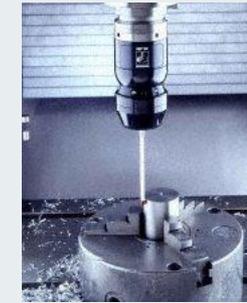
- Der Bediener bewegt manuell einen Kantentaster oder ein rotierendes Werkzeug an das Werkstück
- Der Bediener ermittelt anhand von optischen Signalen die aktuelle Position
- Der Bediener bestätigt das Berühren per Softkey
- Der Werkstücknullpunkt wird von der CNC automatisch gespeichert

### Manueller Messtaster



- Das Messmittel befindet sich in der Spindel, dessen Tasterlänge und -durchmesser im Werkzeugoffset hinterlegt ist
- Der Bediener ermittelt anhand einer Skala die aktuelle Position der Spindelmitte über einer Kante
- Der Bediener bestätigt das Berühren per Softkey

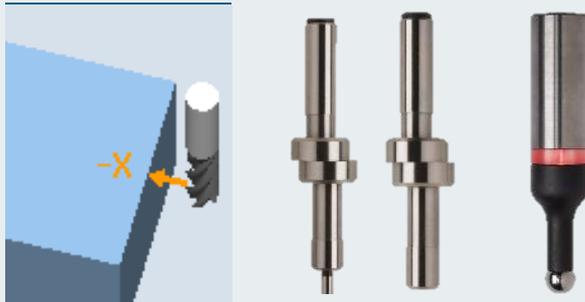
### Schaltende Messtaster



- Der Bediener positioniert einen bereits **kalibrierten Messtaster** in der Nähe des gewünschten Messobjektes
- Der Zyklus wird angewählt, per NC-Start wird die Messung gestartet
- Die gewünschte Position wird von der CNC automatisch ermittelt und gespeichert

## 1.2 Messmittel zur Werkstückmessung

### Manuelles Antasten / Ankratzen



- Der Bediener bewegt manuell einen Kantentaster oder ein rotierendes Werkzeug an das Werkstück
- Der Bediener ermittelt anhand von optischen Signalen die aktuelle Position
- Der Bediener bestätigt das Berühren per Softkey
- Der Werkstücknullpunkt wird von der CNC automatisch gespeichert

### Manueller Messtaster



- Das Messmittel befindet sich in der Spindel, dessen Tasterlänge und -durchmesser im Werkzeugoffset hinterlegt ist
- Der Bediener ermittelt anhand einer Skala die aktuelle Position der Spindelmitte über einer Kante
- Der Bediener bestätigt das Berühren per Softkey

### Schaltende Messtaster



Die Maschine muss sowohl software- als auch hardwareseitig auf den Einsatz von schaltenden Messtastern vorbereitet sein!



Empfänger



Sender

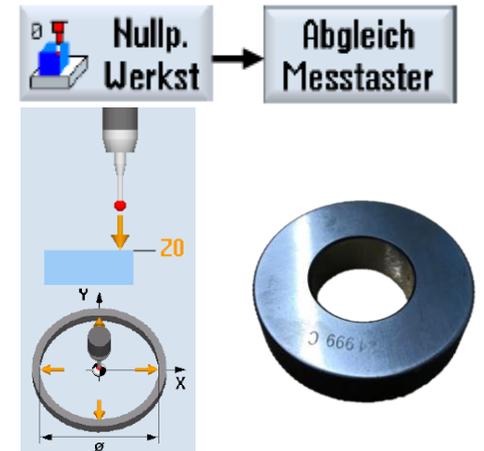


## 1.3 Messgenauigkeit Kalibrieren, der Schlüsselfaktor genauer Messungen

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*

**Kalibrieren** = das Eichen des Messtasters vor dem Einsatz

- Rundlaufgenauigkeit des Messtasters einstellen, siehe Herstellerangaben
  - Radiusabgleich mit Kalibrierring
  - Längenabgleich mit interner oder externer Längenmeseinrichtung
- Ermittlung einzelner Schaltpunkte (Triggerpunkte) in Bezug auf die Spindelmitte jeder Achsrichtung (z.B. +X, -X, +Y, -Y, -Z)



**Messungen müssen unter den gleichen Bedingungen wie bei der Kalibrierung erfolgen**

- Kalibrieren und Messen sollte in der gleichen Ebenen (G17, G18, G19) stattfinden.
- Messvorsub muss dem Kalibriervorschub entsprechen
- Der Messtaster sollte beim Start der Messung etwa in der Mitte des Kalibrierrings liegen (Augenmaß)
- Kalibrieren des Messtaster bestenfalls immer in der Spindel (Klemmtoleranz)

## 1.3 Messgenauigkeit Einflussfaktoren und Messungenauigkeiten

### ▶ Zu **Messungenauigkeiten** führen :

- Geometriefehler in den Maschinenachsen
- Rundlauffehler der Spindel
- Ein fehlerhafter Kalibriervorgang (z.B. Vorschub muss 100% betragen!)
- Eine fehlerhafte oder verschmutzte Messtasterkugel
- Eine verschmutzte Oberfläche des Messobjektes (durch z.B. Späne)
- Temperaturschwankungen bei der Messung

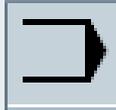


Die **erzielbare Messgenauigkeit** ist immer von den folgenden Faktoren abhängig:

- Genauigkeit der Maschine
- Messgenauigkeit des **kalibrierten** Messtasters

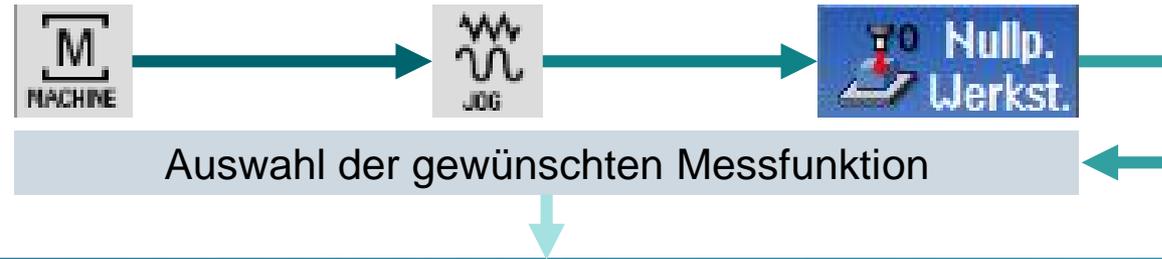
## 2 Werkstückmessen In den Betriebsarten JOG und AUTOMATIK

Beim Werkstückmessen wird ein Messinstrument ähnlich wie ein Werkzeug an das aufgespannte Werkstück verfahren. Diese Messaufgaben können in den zwei **Betriebsarten** erfolgen:

▶ JOG (Einrichtbetrieb) 	▶ AUTOMATIK (Prozessmessen) 
<div data-bbox="574 568 819 678"> </div> <ul data-bbox="149 782 1275 996" style="list-style-type: none"><li>• Zur Vorbereitung der Maschine für die Bearbeitung</li><li>• Der Ermittlung von Position und Lage eines Werkstücks</li><li>• Bestimmung der Nullpunktlage des Werkstücks im Maschinenraum</li></ul>	<div data-bbox="1754 568 1998 678"> </div> <ul data-bbox="1318 782 2434 1061" style="list-style-type: none"><li>• Qualitätsabsicherung im Bearbeitungsprozess</li><li>• Zur Korrektur von Nullpunktverschiebungen</li><li>• Korrektur von thermisch bedingten Veränderungen an der Maschine</li><li>• Der Erzeugung und Bereitstellung von Messprotokollen</li></ul>
▶ Teilautomatische Vermessung, als interaktive Bedienung im Einrichtbetrieb der Maschine	▶ Vollautomatische Vermessung durch den Aufruf von Messzyklen im CNC-Bearbeitungsprogramm

## 2.1 Werkstückmessen / Einrichten in der Betriebsart JOG

### Übersicht der Messfunktionen



Kante	Kante ausrichten	Rechtwinklige Ecke	1 Bohrung	Rechtecktasche	2 Bohrungen	3 Bohrungen	4 Bohrungen	
	Abstand 2 Kanten	Beliebige Ecke	1 Kreiszapfen	Rechteckzapfen	2 Kreiszapfen	3 Kreiszapfen	4 Kreiszapfen	Ebene

Messvarianten für **manuelle Messmittel**

Messvarianten für **schaltende Messtaster**

## 2.1 Werkstückmessen / Einrichten in der Betriebsart JOG Werkstück an Werkstückkante ausrichten



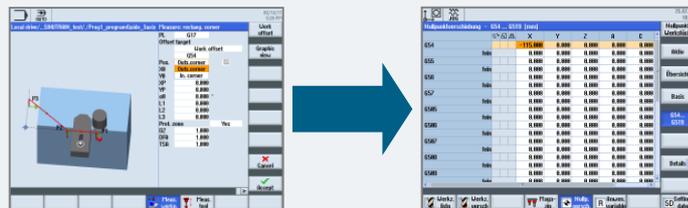
- Speicherung der Achsposition im rotatorischen Anteil des Nullpunkt FRAMES.
- Die **Verdrehung des Werkstücks** wird durch eine Koordinatendrehung des Werkstückkoordinatensystems kompensiert

## 2.2 Werkstückmessen in der Betriebsart AUTOMATIK Steuerungsinterne Korrektur von Messwerten

### Werkstückmessung

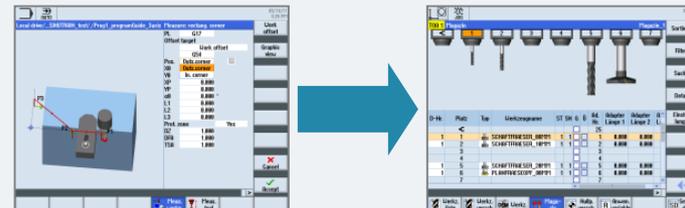
#### ... mit Korrektur der Nullpunktverschiebung

- Überprüfen der vorherrschenden Spannsituation
- Korrektur der bei der händischen oder automatisierten Zuführung von Werkstücken entstehenden Verschiebung des Werkstück-nullpunkts



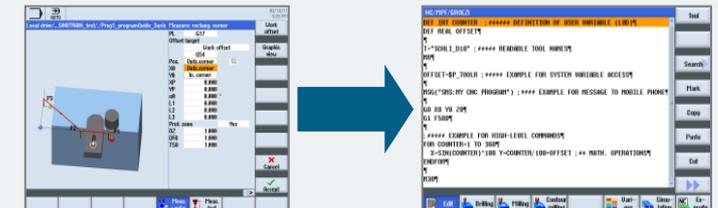
#### ... mit Korrektur der Werkzeuggeometrie

- Sicherstellen der Einhaltung von Werkstücktoleranzen
- Kontinuierliche Korrektur der bei der Bearbeitung auftretenden Werkzeugverschleiß oder Wärmeausdehnungen



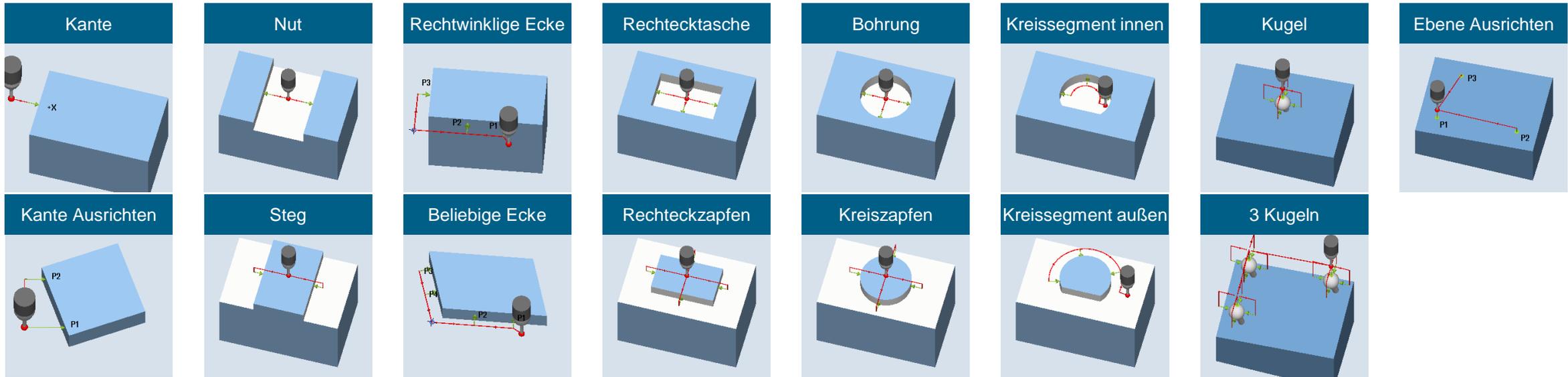
#### ... nur Messen

- Messung von Werkstückgeometrien zur individuellen Weiterverwendung
- Anzeige der Werkstückgeometrie

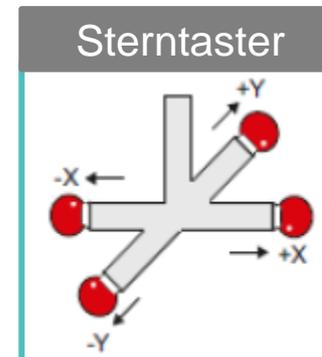
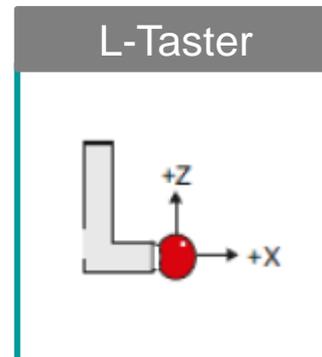
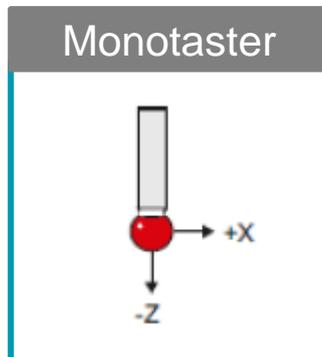
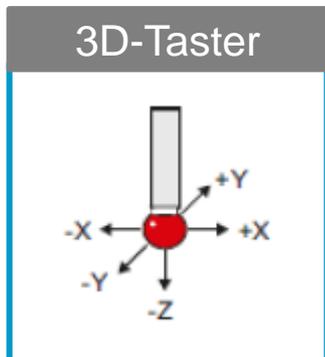


## 2.2 Werkstückmessen in der Betriebsart AUTOMATIK

### Übersicht der Messfunktionen



Messvarianten nur für **schaltende Messtaster**



Sonderwerkzeuge		
710	3D-Messtaster	
711	Kantentaster	
712	Monotaster	
713	L-Taster	
714	Sterntaster	
725	Kalibrierwerkzeug	

## 2.3 Erstellen von Messprotokollen Qualitätstransparenz realisierbar durch Standardprotokolle

Bei der SINUMERIK werden zwei Arten von Messprotokollen unterschieden:

- Anwendermessprotokoll (benutzerdefinierte Formatierung der Inhalte)
- **Standardmessprotokoll** (vorgefertigte Form für jeden Automatik-Messzyklus)



Messergebnisbild: ein / aus  
Anzeigemodus: NC-Start, bei Alarm, autom. 8s.

Protokoll: ein / aus  
Protokolltyp: Standardprotokoll / Anwenderprotokoll  
Protokollformat: Textformat (.txt) / Tabellenformat (.csv)

	A	B	C	U	E
1					
2					
3	Date	2014-2-3	Time	11:15	
4	Protocol	/N_MPF_DIR/MEAS_PROTOCOL_CSV_MPF			
5	Program	/N_MPF_DIR/N_OPENER_SHOPMILL_MPF			
6	Workpiece No.				
7					
8	1	977100	Time	11:15	
9	Results measure	Rechnungspogel	CYCLESET7		
10	Correction info:	Work offset, Coarse			
11		054			
12		Coarse [mm]	Fine [mm]	Rrd [deg]	
13	X	-0.294	0.000	0.000	
14	Y	3.052	0.000	0.000	
15	Z	0.000	0.000	0.000	
16	Results:	Setpoint value	Measured val	Difference val	
17	X	30.000	29.998	-0.012 mm	
18	Y	-15.000	-15.012	-0.012 mm	
19	LENGTH X	90.000	90.791	0.791 mm	

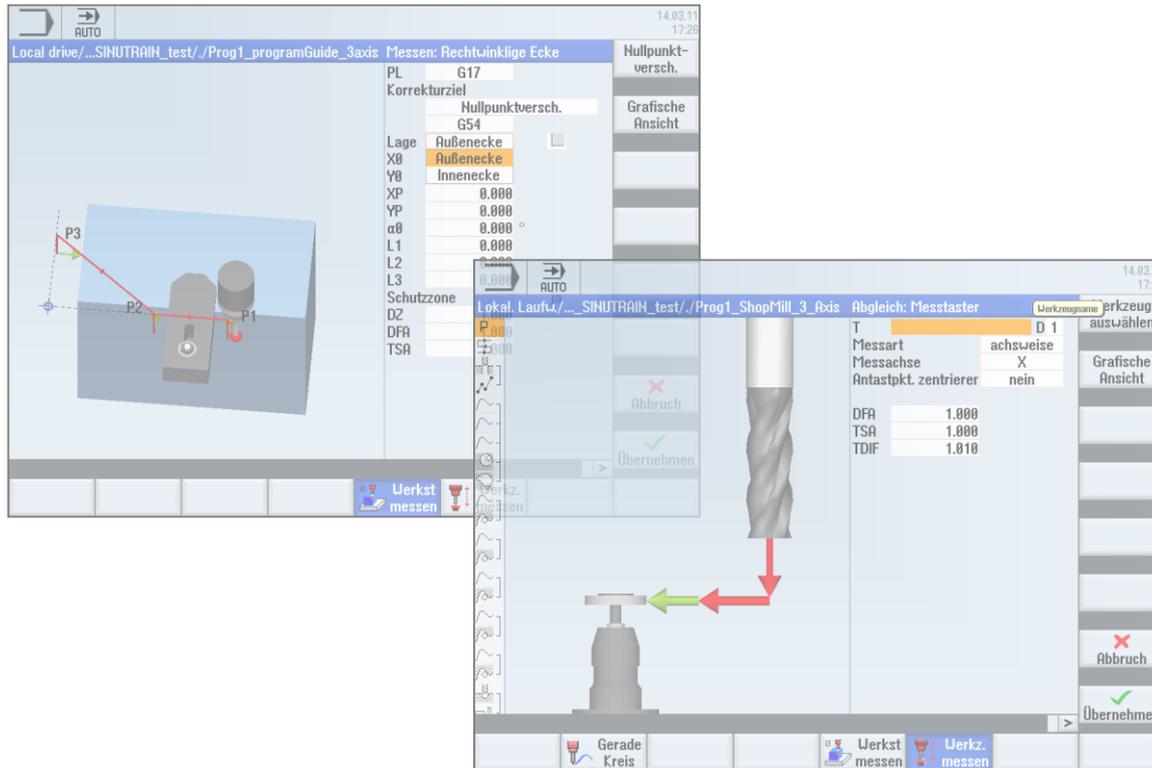
	A	B	C	U	E
1					
2					
3	Date	2014-2-3	Time	11:15	
4	Protocol	/N_MPF_DIR/MEAS_PROTOCOL_CSV_MPF			
5	Program	/N_MPF_DIR/N_OPENER_SHOPMILL_MPF			
6	Workpiece No.				
7					
8	1	977100	Time	11:15	
9	Results measure	Rechnungspogel	CYCLESET7		
10	Correction info:	Work offset, Coarse			
11		054			
12		Coarse [mm]	Fine [mm]	Rrd [deg]	
13	X	-0.294	0.000	0.000	
14	Y	3.052	0.000	0.000	
15	Z	0.000	0.000	0.000	
16	Results:	Setpoint value	Measured value	Difference val	
17	X	30.000	29.998	-0.012 mm	
18	Y	-15.000	-15.012	-0.012 mm	
19	LENGTH X	90.000	90.791	0.791 mm	

Pfad: Ablage des Messprotokolls dort, wo das  
Teileprogramm liegt  
Name Protokolldatei: Name der Datei

## 3 Praxisteil: SINUMERIK Messzyklen in der Anwendung



## 4 Zusammenfassung



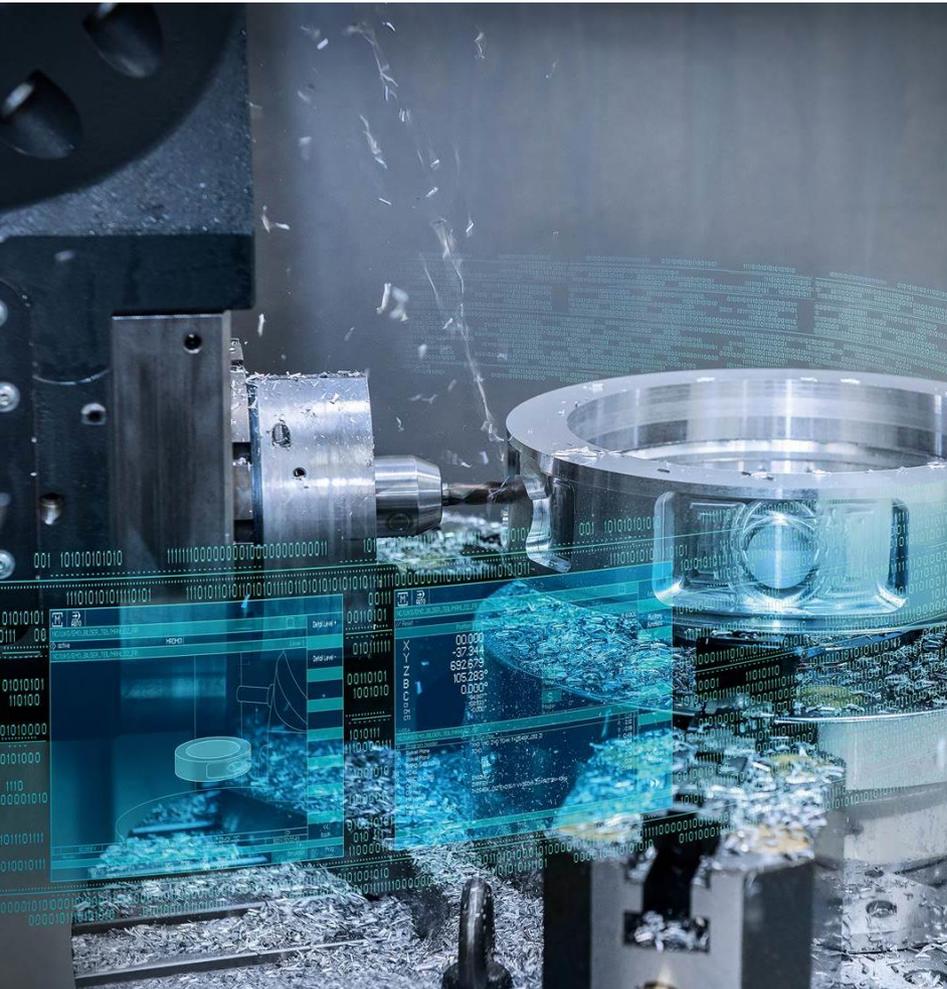
### Vorteile für den Anwender

- Zeitersparnis durch Rüstzeitenreduzierung
- Gesteigerte Prozesssicherheit durch zyklengeführte Anwendungen
- Durchgängige Eingabeunterstützung in ShopMill und programGUIDE Arbeitsschrittprogrammierung
- Realistische Darstellung des Messprozesses in der SINUMERIK Simulation
- Einfache Erstellung und Ausgabe von Messprotokollen

Der vielfältige Einsatzbereich der SINUMERIK Messzyklen und Messfunktionen macht es möglich, nahezu alle Messaufgaben für die Technologie Fräsen abzudecken.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**SIEMENS**  
*Ingenuity for life*



**Digital Experience and Application Center Erlangen**

[www.siemens.de/cnc4you](http://www.siemens.de/cnc4you)