



# HEIDENHAIN



Benutzer-Handbuch

## ACCOM

Deutsch (de)  
8/2015

# Einführung

---

## Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Inhalt</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>Einführung</b> .....  | <b>7</b>  |
| Vorwort .....  | 7         |
| Lieferumfang der PC-Auswerte-Software ACCOM .....                      | 9         |
| Allgemeine Bedingungen zur Nutzung der Software .....                  | 9         |
| Hardware und Betriebssystem .....                                      | 10        |
| Installation .....   | 10        |
| Messablauf .....   | 11        |
| ACCOM Programmstart.....   | 15        |
| Grundfenster – Beschreibung der Symbole .....                          | 16        |
| <br>   |           |
| <b>Messablauf KGM Kreisformtest (KGK)</b> .....                        | <b>19</b> |
| Maschinenreinigung.....  | 19        |
| Testprogramm .....   | 19        |
| Messaufbau .....   | 20        |
| 1 Messverfahren wählen .....   | 21        |
| 2. Maßeinheit bestimmen.....   | 22        |
| 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte vornehmen ..... | 23        |
| 4. Feinjustage des Messkopfes.....                                     | 25        |
| Osziilloskop.....  | 25        |
| Messsignale optimieren .....   | 26        |
| Positionsanzeige.....  | 26        |
| 5. Messparameter einstellen .....                                      | 27        |
| 6. NC-Schnittstelle festlegen.....                                     | 29        |
| Optionen der G-Code Ausgabe.....                                       | 30        |
| Konfiguration des Netzwirkkabels .....                                 | 31        |
| 7. Richtungserkennung .....  | 32        |
| 8. Bezugspunkt setzen.....   | 33        |
| Letzte Initialisierung .....   | 33        |
| 9. NC-Programm für Einzelmessung generieren und übertragen .....       | 34        |
| 10. Messprotokoll erstellen .....                                      | 37        |
| 11a.1. Messreihe editieren .....                                       | 38        |
| 11a.2. Messreihe starten .....   | 44        |
| 11b. Einzelmessung starten .....                                       | 45        |
| Datenspeicherung.....  | 47        |
| 12. Messung öffnen .....   | 48        |
| 13. Rohdaten auswerten .....   | 49        |
| 14. Richtlinie der Auswertung wählen .....                             | 50        |
| 15. Kenndaten des Kreisformtests .....                                 | 51        |
| 16. Grafische Darstellung der Kreisformtests.....                      | 52        |
| Zusätzliche Optionen der Darstellung .....                             | 56        |
| DTA-Datei Import .....   | 57        |
| Farbeeinstellungen der Grafik.....                                     | 58        |
| Optionen speichern/laden .....   | 58        |
| Messgrafik exportieren.....  | 58        |

|  |            |
|--|------------|
| Grafik drucken.....  | 58         |
| Messprotokolle ändern.....                                       | 58         |
| Messung speichern.....   | 59         |
| Bildschirm leeren.....   | 59         |
| <b>Messablauf KGM Freiformtest (KGF).....</b>                    | <b>60</b>  |
| Maschinenreinigung.....  | 60         |
| Testprogramm.....  | 60         |
| Messaufbau.....  | 61         |
| 1. Messverfahren wählen.....                                     | 62         |
| 2. Maßeinheit bestimmen.....                                     | 63         |
| 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte.....      | 64         |
| 4. Feinjustage des Messkopfes.....                               | 66         |
| Oszilloskop.....   | 66         |
| Messsignale optimieren.....                                      | 67         |
| Positionsanzeige.....  | 67         |
| 5. Messparameter einstellen.....                                 | 68         |
| 6. NC-Schnittstelle festlegen.....                               | 69         |
| Optionen der G-Code Ausgabe.....                                 | 70         |
| Konfiguration des Netzkabels.....                                | 71         |
| 7. Richtungserkennung.....                                       | 72         |
| 8. Bezugspunkt setzen.....                                       | 73         |
| Letzte Initialisierung.....                                      | 73         |
| 9. Messprotokoll erstellen.....                                  | 74         |
| 10a. Bahn erzeugen / Bahn editieren.....                         | 75         |
| 10b. Bahn erzeugen nach ISO 10791-6 (K2) Vorschubtest.....       | 85         |
| 10c. Bahn erzeugen nach ISO 10791-6 (K3) Interpolationstest..... | 86         |
| 11. NC-Programm generieren und übertragen.....                   | 88         |
| 12. Messung starten.....   | 90         |
| Datenspeicherung.....  | 93         |
| 13. Messung öffnen.....  | 94         |
| 14. Rohdaten auswerten.....                                      | 95         |
| 15. Kenndaten auswerten nach ISO 10791-6 (K2, K3).....           | 96         |
| 16. Grafische Darstellung der Freiformtests.....                 | 97         |
| Optionen der Konturzoomdarstellung.....                          | 104        |
| Auswertung Konturabweichungen und Bahnzeit.....                  | 114        |
| Aktuelle Auswertung.....   | 116        |
| Farbeinstellungen der Grafik.....                                | 117        |
| Optionen speichern/laden.....                                    | 117        |
| Messgrafik exportieren.....                                      | 117        |
| Grafik drucken.....  | 117        |
| Messung speichern.....   | 117        |
| Bildschirm leeren.....   | 117        |
| Messprotokolle ändern.....                                       | 118        |
| <b>Messablauf VM Linearmessung (VML).....</b>                    | <b>119</b> |
| Maschinenreinigung.....  | 119        |

# Einführung

---

|  |            |
|--|------------|
| Testprogramm .....   | 119        |
| Messaufbau .....   | 120        |
| 1. Messverfahren wählen .....  | 121        |
| 2. Maßeinheit bestimmen .....  | 122        |
| 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte vornehmen .....       | 123        |
| 4. Feinjustage des Messkopfes .....  | 125        |
| Oszilloskop .....  | 125        |
| Messsignale optimieren .....   | 126        |
| Positionsanzeige .....   | 126        |
| 5. Messparameter einstellen .....  | 127        |
| 6. NC-Schnittstelle festlegen .....  | 131        |
| Optionen der G-Code Ausgabe .....  | 132        |
| Konfiguration des Netzwerkkabels .....                                       | 133        |
| 7. Richtungserkennung .....  | 134        |
| 8. Bezugspunkt setzen .....  | 135        |
| Letzte Initialisierung .....   | 135        |
| 9. NC-Programm generieren und übertragen .....                               | 136        |
| 10. Messprotokoll erstellen .....  | 138        |
| 11. Messung starten .....  | 139        |
| Datenspeicherung .....   | 141        |
| Temperaturtabelle eingeben .....   | 142        |
| 12. Messung öffnen .....   | 143        |
| 13. Rohdaten auswerten .....   | 144        |
| 14. Richtlinie der Auswertung wählen .....                                   | 145        |
| 15. Kenndaten .....  | 146        |
| 16. Grafische Darstellung der Messergebnisse .....                           | 149        |
| 17. Linearkorrektur an NC-Steuerung durchführen .....                        | 155        |
| Farbeeinstellungen der Grafik .....  | 161        |
| Optionen speichern/laden .....   | 161        |
| Messgrafik exportieren .....   | 161        |
| Grafik drucken .....   | 161        |
| Messung speichern .....  | 161        |
| Bildschirm leeren .....  | 161        |
| Messprotokolle ändern .....  | 161        |
| <b>Messablauf Rundtischvermessung (VMR) .....</b>                            | <b>163</b> |
| Maschinenreinigung .....   | 163        |
| Testprogramm .....   | 163        |
| Messaufbau .....   | 164        |
| 1. Einstellungen für das Winkelmessgerät und die Zählerkarte vornehmen ..... | 165        |
| 2. Maßeinheit bestimmen .....  | 167        |
| 3. Messparameter einstellen .....  | 168        |
| Positionsanzeige .....   | 171        |
| 4. NC-Schnittstelle festlegen .....  | 172        |
| Optionen der G-Code Ausgabe .....  | 173        |
| Konfiguration des Netzwerkkabels .....                                       | 174        |
| 5. Richtungserkennung .....  | 175        |

|  |            |
|--|------------|
| 6. Bezugspunkt setzen .....  | 176        |
| 7. NC-Programm generieren und übertragen .....                         | 177        |
| 8. Messprotokoll erstellen .....                                       | 178        |
| 9. Einstellungen zur automatisierten Messung .....                     | 180        |
| 10. Messung starten .....  | 182        |
| Temperaturtabelle eingeben .....                                       | 184        |
| 11. Messung öffnen .....   | 185        |
| 12. Rohdaten auswerten .....   | 186        |
| 13. Richtlinie der Auswertung wählen .....                             | 187        |
| 14. Kenndaten .....  | 187        |
| 15. Grafische Darstellung der Messergebnisse .....                     | 189        |
| 16. Linearkorrektur an NC-Steuerung durchführen .....                  | 194        |
| Farbeinstellungen der Grafik .....                                     | 200        |
| Optionen speichern/laden .....   | 200        |
| Messgrafik exportieren .....   | 200        |
| Grafik drucken .....   | 200        |
| Messung speichern .....  | 200        |
| Bildschirm löschen .....   | 200        |
| Messprotokolle ändern .....  | 201        |
| <b>Messablauf DBB Kreisformtest .....</b>                              | <b>202</b> |
| Maschinenreinigung .....   | 202        |
| Testprogramm .....   | 202        |
| Messaufbau .....   | 203        |
| 1. Messverfahren wählen .....  | 204        |
| 2. Maßeinheit bestimmen .....  | 205        |
| 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte vornehmen ..... | 206        |
| 4. Messparameter einstellen .....                                      | 208        |
| 5. NC-Schnittstelle festlegen .....                                    | 210        |
| Optionen der G-Code Ausgabe .....                                      | 211        |
| Konfiguration des Netzkabels .....                                     | 212        |
| 6. NC-Programm generieren und übertragen .....                         | 213        |
| 7. Messprotokoll erstellen .....                                       | 216        |
| 8. Messanordnung kalibrieren .....                                     | 217        |
| Referenzmarke überfahren .....   | 217        |
| Bezugspunkt setzen .....   | 218        |
| 9. Messung starten .....   | 219        |
| Datenspeicherung .....   | 221        |
| 10. Messung öffnen .....   | 222        |
| 11. Rohdaten auswerten .....   | 223        |
| 12. Richtlinie der Auswertung wählen .....                             | 224        |
| 13. Kenndaten des Kreisformtests .....                                 | 225        |
| 14. Grafische Darstellung der Kreisformtests .....                     | 226        |
| Zusätzliche Optionen der Darstellung .....                             | 230        |
| Messung öffnen .....   | 231        |
| Farbeinstellungen der Grafik .....                                     | 231        |
| Optionen speichern/laden .....   | 231        |

# Einführung

---

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Messgrafik exportieren..... | 231 |
| Grafik drucken.....         | 231 |
| Messprotokolle ändern.....  | 232 |
| Messung speichern.....      | 232 |
| Bildschirm leeren.....      | 232 |

## **Typische Messkurven eines Kreisformtests .....233**

|   |     |
|---|-----|
| Typische Messabweichungen.....              | 233 |
| Umkehrspitzen.....                          | 236 |
| Lose und Losekompensation.....              | 237 |
| Exzentrizität.....                          | 239 |
| Zyklischer Fehler.....                      | 240 |
| Durch DBB-Kabel verursachte Abweichung..... | 241 |
| Richtungsorientierte Schwingungen.....      | 242 |
| Falscher Vorschub.....                      | 243 |
| Rollen des Spindelkopfes.....               | 244 |
| Steigungsfehler-Korrektur.....              | 245 |
| Radialabweichung.....                       | 246 |
| Ungeordnete Schwingungen.....               | 247 |
| Messgerätefehler.....                       | 248 |
| Nicht abgegliche Kreisverstärkungen.....    | 250 |
| Rechtwinkligkeitsfehler.....                | 251 |
| Haftreibung.....                            | 253 |
| Geradheitsfehler.....                       | 254 |

## Einführung

### Vorwort

Das Bearbeitungsergebnis einer Werkzeugmaschine wie z.B. die Maßhaltigkeit von Werkstücken, die Oberflächenqualität etc. wird wesentlich durch die dynamische und statische Genauigkeit der Werkzeugmaschine beeinflusst. Für Präzisionsbearbeitungen ist es daher wichtig, die statischen und dynamischen Abweichungen zu erfassen und gegebenenfalls zu kompensieren. Darüber hinaus schreiben Vorschriften und Normen zur Abnahme und Kontrolle von Werkzeugmaschinen (ISO 230-2, ISO 230-3 und ISO 230-4, VDI/DGQ-Richtlinie 3441 sowie ISO 10791-6 K2 und K3) eine Reihe von Messmethoden zur Ermittlung der dynamischen und statischen Abweichungen vor.

**Maschinenhersteller** nutzen die Ergebnisse einer Maschinenvermessung, um gezielt konstruktive Verbesserungsmaßnahmen zur Erhöhung der Genauigkeit einzuleiten. Ferner verwenden sie die Ergebnisse, um Einstellparameter der Regelkreise, welche die Genauigkeit einer CNC-Maschine beeinflussen, zu optimieren.

**Betreiber von Werkzeugmaschinen** benötigen die Ergebnisse einer Maschinenvermessung im Rahmen der Abnahme und regelmäßigen Genauigkeitskontrolle ihrer Maschinen.

### Dynamische Messungen

Insbesondere bei hoher Verfahrgeschwindigkeit liefern diese Angaben zum Bahnverhalten, aus denen sich Rückschlüsse auf den Zustand der Maschine einerseits sowie auf die Einstellparameter der Regelkreise bestehend aus CNC-Steuerung, Antrieben und Positionsmessgeräte andererseits ziehen lassen.

#### • Kreisformtest mit dem KGM und dem DBB 110

Beim Kreisformtest führt die CNC-Steuerung mit den Maschinenachsen eine Kreisinterpolation in der Bearbeitungsebene aus.

Das **Kreuzgitter-Messgerät KGM** nimmt die tatsächlich gefahrene Bahn auf. Die Auswerte-Software **ACCOM** ermittelt daraus die Abweichung von der idealen Kreisbahn und zeigt diese grafisch am Bildschirm an. Darüber hinaus werden die numerischen Werte nach ISO 230-4 wie Kreisformabweichung und Radialabweichung errechnet.

## Der **Kugelstab mit integriertem Längenmessgerät**

**DBB 110** erfasst die Radiusänderung bei einer kreisförmigen Bahnbewegung direkt.

Ergebnisse von Kreisformtests mit großen Radien (z.B. mit dem **DBB 110**) geben Auskunft über die Maschinengeometrie.

Der Kreisformtest mit kleinen Radien (z.B. mit dem **KGM**) dagegen gibt Aufschluss über die Regelgenauigkeit der Steuerung bei hohen Achsbeschleunigungen. Der Einfluss der Maschinengeometrie auf das Messergebnis ist vernachlässigbar klein, Steuerung und Antriebe beeinflussen das Messergebnis hingegen sehr stark.

### • **Freiformtest mit dem KGM**

Beim Freiformtest verfährt die CNC-Steuerung die Maschinenachsen entsprechend der programmierten Kontur beliebiger Form in einer Ebene. So gibt z.B. der **Eckentest** Auskunft über die Dynamik der Lageregelkreise bezüglich

Ihres Überschwingverhaltens und die daraus resultierenden Abrundungsfehler. Freiformtests können nur mit dem Kreuzgitter-Messgerät **KGM** durchgeführt werden.

Spezielle Freiformbahnen können nach ISO 10791-6 K2 Vorschübe und K3 Interpolation ausgewertet werden.

### • **Step-Response-Test mit dem KGM und dem VM 182**

Der Step-Response-Test dient zur Ermittlung des Überschwingverhaltens einer Achse (Sprung-Antwort-Funktion) und gibt Auskunft über die Einflüsse der Haftreibung, und wie genau Positionen eingehalten werden können. Diesen Test führt man auch bei Maschinen für hochpräzise Bearbeitungen durch, wo Schrittweiten von 0,1  $\mu\text{m}$  bis hinab zu 0,01  $\mu\text{m}$  gefordert sind. Der Step-Response-Test lässt sich mit dem Kreuzgitter-Messgerät **KGM** und dem Vergleichsmessgerät **VM 182** durchführen.

## Statische Messungen

Statische Messungen, etwa die Messung von Positionsabweichungen bei Linearachsen, lassen ausschließlich Rückschlüsse auf die geometrische Genauigkeit der Maschine zu.

- **Ermittlung der statischen Positioniergenauigkeit und des Führungsfehlers mit dem KGM und dem VM 182**

Die Vergleichsmessung zur Ermittlung der Positioniergenauigkeit und Wiederholbarkeit einer Werkzeugmaschine wird statisch durch Einfahren in bestimmte Positionen durchgeführt. Neben der Ermittlung der Positioniergenauigkeit wird gleichzeitig der Führungsfehler senkrecht zur Verfahrriichtung der Werkzeugmaschine erfasst. Kleine Verfahrswege in 2 Achsen bis 230 mm lassen sich mit dem Kreuzgitter-Messgerät **KGM** ermitteln, größere Verfahrswege bis 1520 mm achsparallel zu einer Achse mit dem Vergleichsmessgerät **VM 182**.

- **Ermittlung der statischen Positioniergenauigkeit einer Rundachse mit HEIDENHAIN Winkelmessgeräten wie z.B. ROD 880, RON 886, RPN 886 oder RON 905**

Die Vergleichsmessung zur Ermittlung der Positioniergenauigkeit und Wiederholbarkeit einer Werkzeugmaschine wird statisch durch Einfahren in bestimmte Positionen durchgeführt.

## Lieferumfang der PC-Auswerte-Software ACCOM

Die PC-Auswerte-Software **ACCOM** besteht aus:

- einer Setup-CD
- einem Hardlock (Id.-Nr. 590255-01 oder 590255-02), der auf eine freie USB Schnittstelle zu stecken ist

## Allgemeine Bedingungen zur Nutzung der Software

- Mit der Begleichung des Kaufpreises hat der Käufer nicht das Programm selbst, sondern nur ein zeitlich unbegrenztes Nutzungsrecht am Programm erworben.
- Der Käufer darf Kopien der CD nur herstellen, um das Programm zu sichern oder auf Festplatte zu nehmen. Ein Verkauf von derartigen Kopien an Dritte ist nicht erlaubt. Alle Eigentumsrechte bleiben beim Hersteller.
- Die Übertragung der Nutzungsbefugnis am Programm auf Dritte bedarf der ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung des Herstellers. Mit der Übertragung erlischt die Nutzungsbefugnis für den ursprünglichen Käufer. Alle Sicherungskopien sind entweder mitzugeben oder unverzüglich zu vernichten und der Hersteller ist auch hierüber entsprechend zu informieren.
- Für Schäden gleich welcher Art, die durch die Nutzung dieses Programms entstehen, ist der Hersteller nicht haftbar.

# Einführung

---

## Hardware und Betriebssystem

- PC/Notebook ab Pentium III 1Ghz mit 256 MB Hauptspeicher, einer freien USB Schnittstelle und einer Ethernet Schnittstelle zur optionalen NC-Datenübertragung
- Betriebssystem Windows 7/8 / Vista / XP / 2000 (Die Hardwareanforderungen von Windows 7/8 / Vista selbst sind deutlich größer als von **ACCOM**.) ACCOM läuft auch auf PCs mit einem 64Bit Betriebssystem.
- ca. 18 MB freier Speicher auf der Festplatte des PCs
- zur Messwertaufnahme muss die PC-Zählerkarte **EIB 741** oder **IK 220** gemäß Benutzerhandbuch installiert sein (Adresseinstellung für **EIB 741** siehe Treiber-CD der **EIB 741**). Für die **EIB 741** ist eine separate Netzwerkverbindung nötig.



Stellen Sie sicher, dass Bildschirmschoner und Energiesparfunktionen deaktiviert sind.

### Hinweis

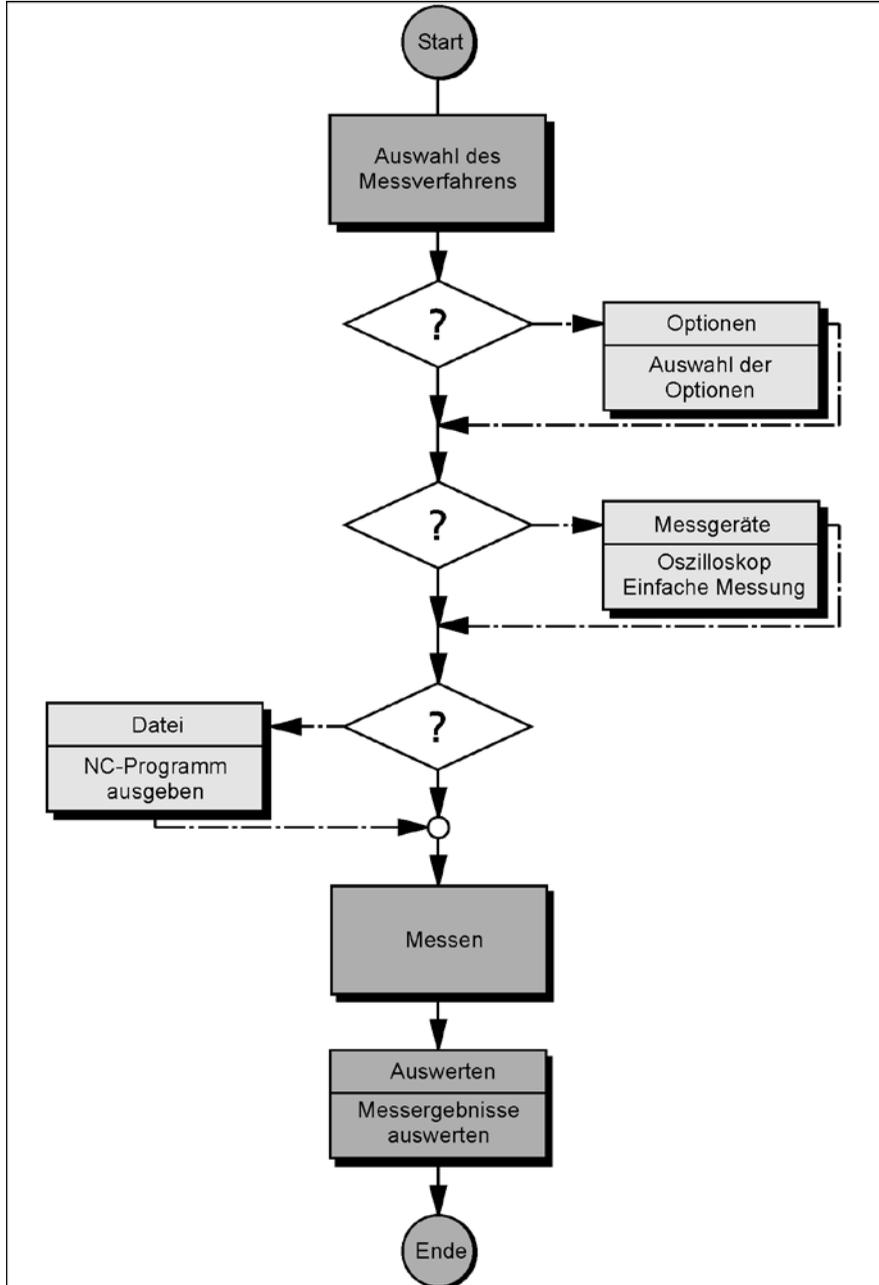
**ACCOM** kann entweder mit Maus oder Tastatur (unterstrichener Buchstabe) betrieben werden.

## Installation

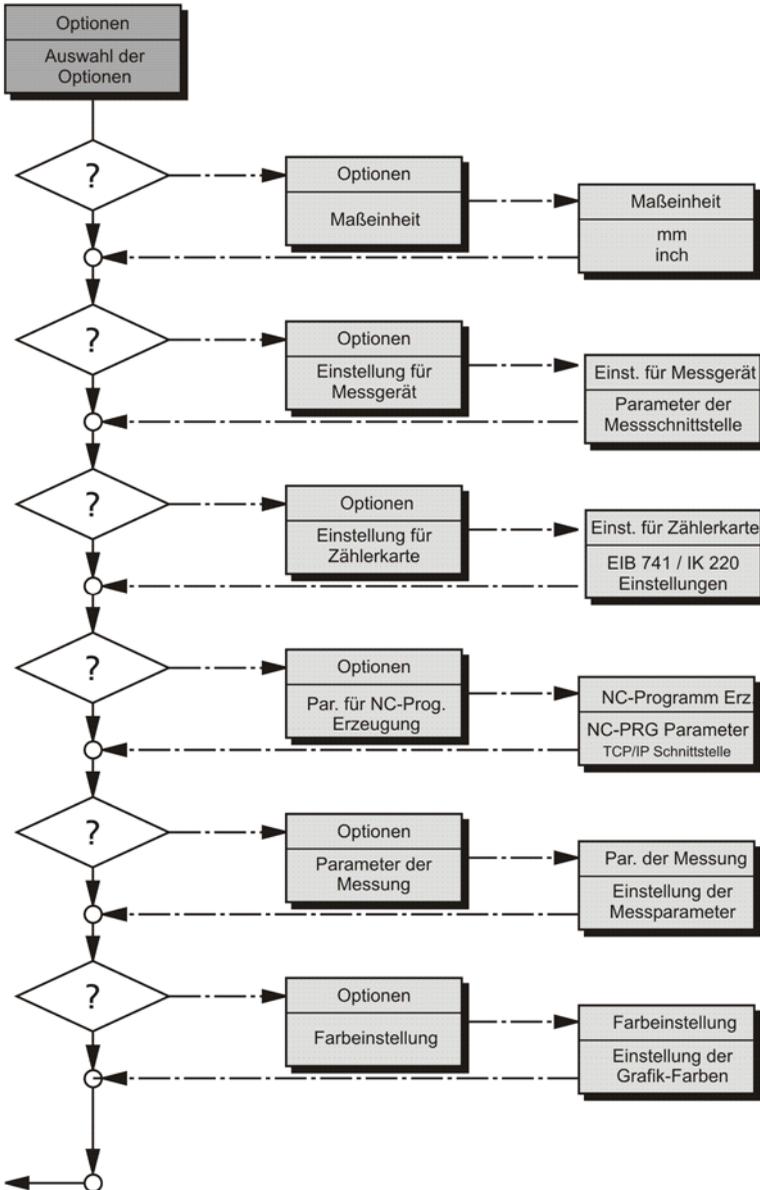
Zur Installation der Auswerte-Software **ACCOM** auf der Festplatte des PCs sind folgende Schritte durchzuführen:

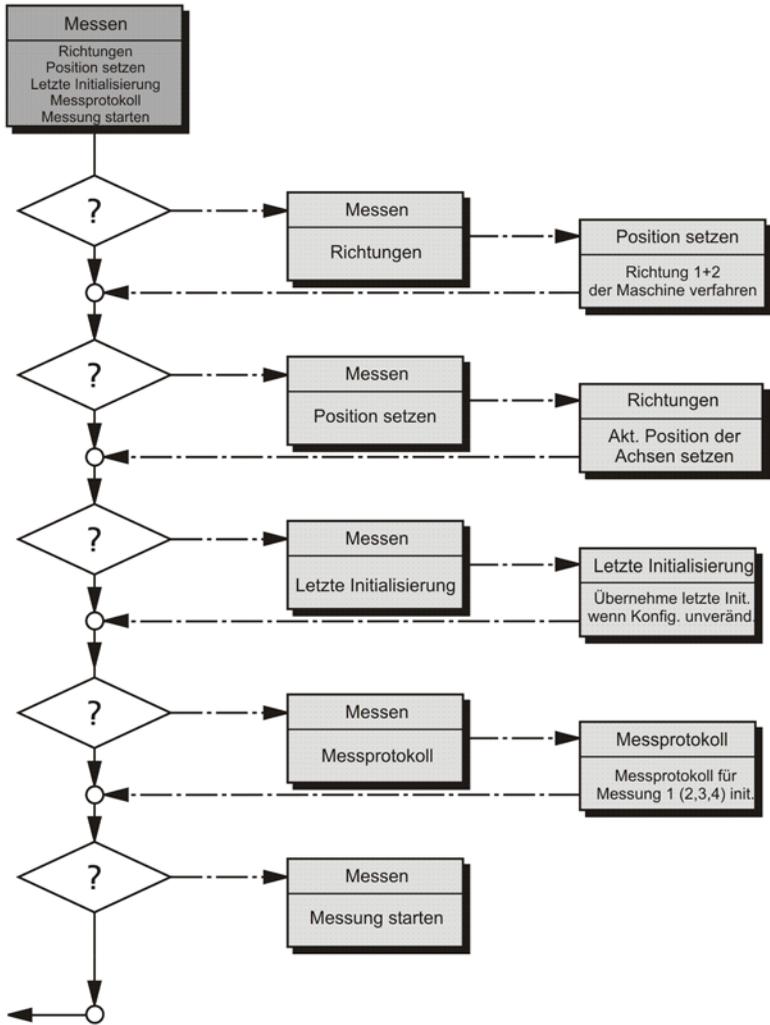
- Legen Sie die CD in das Laufwerk ein. Das Setup-Programm sollte automatisch starten (setup.exe kann auch aus dem Windows-Explorer gestartet werden).
- Wählen Sie die Sprache und folgen Sie den Anweisungen am Bildschirm. Das Programm wird im von Ihnen gewählten Ordner installiert, und eine **ACCOM**-Programmgruppe angelegt wo auch das Verknüpfungs-Symbol für die Anwendung vorhanden ist.
- Der Treiber für das Hardlock muss separat installiert werden. Klicken Sie dazu auf das Hardlock-Symbol im Setup-Fenster.
- Treiber für die **IK 220** gemäß Benutzerhandbuch installieren. Der **IK 220** Treiber für Windows 7/8 / Vista befindet sich auf der Installations-CD von **ACCOM**!

Messablauf

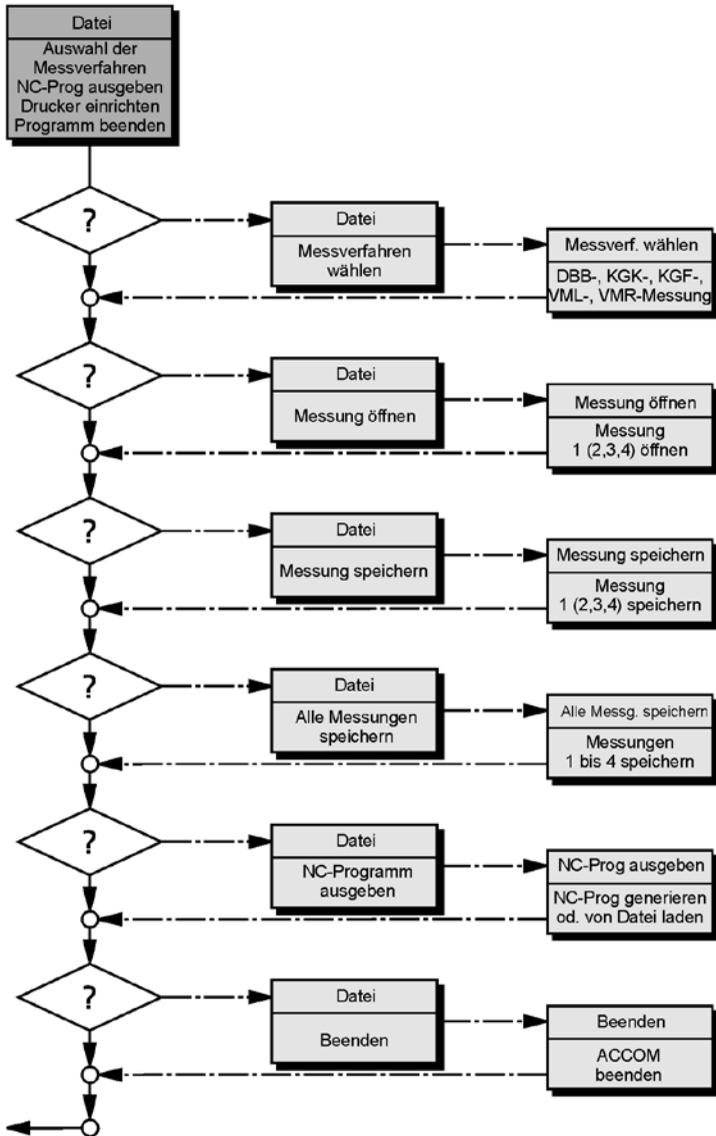


# Einführung





# Einführung



## ACCOM Programmstart

- Öffnen Sie das **ACCOM**-Fenster im Programm-Manager
- Klicken Sie 2mal auf das **ACCOM**-Symbol



## Messverfahren wählen

**KGM Kreisform-Messung** Hier wählen Sie eine Kreisform-Messung mit dem **KGM 181** mit Messradien von 1  $\mu\text{m}$  bis 60 mm oder dem **KGM 182** mit Messradien von 1  $\mu\text{m}$  bis 110 mm. Diese Messung wird nach der international gültigen Norm ISO 230-4 berechnet und ausgewertet.

**KGM Freiform-Messung** Hier wählen Sie eine Freiform-Messung mit dem **KGM 181** oder **KGM 182**. Mit einer Freiform-Messung können beliebige Konturen z.B. ein simuliertes NAS-Werkstück in einer Ebene programmiert bzw. gemessen werden. Zusätzlich können Sie zwei spezielle Freiformen nach ISO 10791-6 zur Messung der Vorschubgenauigkeit (K2) und der Interpolation zweier Achsen (K3) eingeben und auswerten.

**VM Linear-Messung** Hier wählen Sie eine VM-Linearmessung mit dem **VM 101**, **VM 182**, **KGM 181** oder **KGM 182**. Mit dieser Messung kann die statische Positioniergenauigkeit einer Maschine ermittelt werden. Das Verfahren ermittelt und berechnet die Positioniergenauigkeit nach der international gültigen Norm ISO 230-2, ISO 230-3 oder der national gültigen Norm VDI/DGQ 3441.

# Einführung

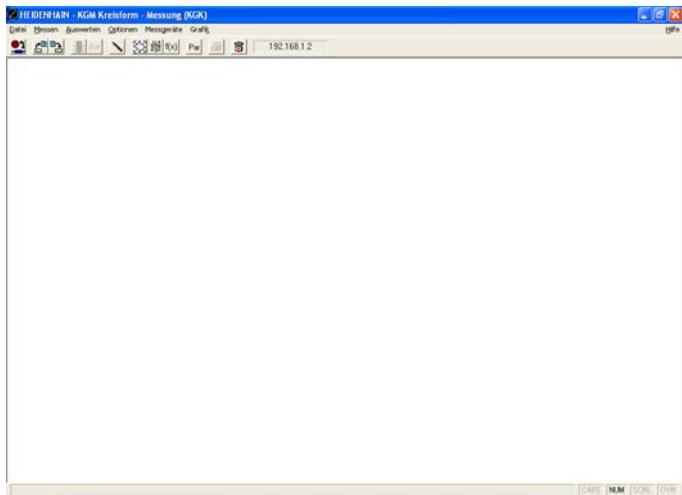
---

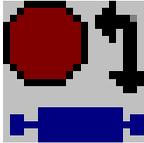
**Rundtischvermessung** Hier wählen Sie eine Rundtischvermessung mit einem HEIDENHAIN Winkelmessgerät wie z.B. einem **ROD 880, RON 886, RPN 886** oder **RON 905**. Mit dieser Messung kann die statische Positioniergenauigkeit von Rundachsen einer Maschine ermittelt werden. Das Verfahren ermittelt und berechnet die Positioniergenauigkeit nach der international gültigen Norm ISO 230-2, ISO 230-3 oder der national gültigen Norm VDI/DGQ 3441.

**DBB Kreisform-Messung** Hier wählen Sie eine Kreisform-Messung mit dem DBB 110 für Radien von 150 bis 350 mm. Diese Messung wird nach der international gültigen Norm ISO 230-4 berechnet und ausgewertet.

## Grundfenster – Beschreibung der Symbole

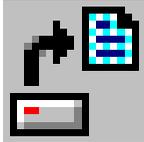
Im Grundfenster der **ACCOM**-Oberfläche können Sie die Funktionen von **ACCOM** in der Menüleiste über „Pull-down-Fenster“ oder die am häufigsten benötigten Funktionen in der Symbolleiste direkt ausgewählt werden.





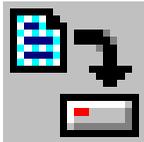
## Messverfahren wählen

Hier wählen Sie zwischen den einzelnen Messverfahren  
(Datei > Messverfahren wählen)



## Messung öffnen

Hier rufen Sie direkt Messungen (alle Messverfahren) auf, die vorher abgespeichert wurden  
(Datei > Messung öffnen)



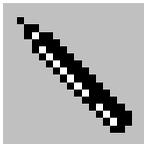
## Messung speichern

Hier speichern Sie Messungen (alle Messverfahren) als Datei  
(Datei > Messung speichern)



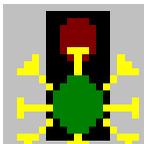
## Drucken

Hier können Sie die aktuelle Grafik oder das aktuelle Auswertefenster drucken (alle Messverfahren).  
(Datei > Drucken)



## Messprotokoll

Hier wählen Sie ein Messprotokoll (alle Messverfahren) für individuelle Einträge zur Messung  
(Messung > Messprotokoll)



## Messung starten

Hier starten Sie Messung (alle Messverfahren)  
(Messung > Messung starten)



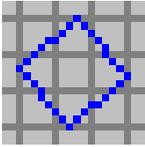
## Messreihe starten

Hier starten Sie eine Messreihe (KGK - Messverfahren)  
(Messung > Messreihe starten)



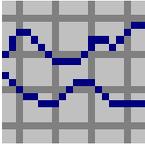
## Einstellen der Graphik für Kreisform-Messung KGK mit DBB und KGM

Hier wählen Sie das Menü für Graphikeinstellung bei Kreisform-Messungen mit dem **DBB 110** oder **KGM**  
(Auswerten > Graphikeinstellungen)



**Einstellen der Graphik für Freiform-Messung KGF mit KGM**  
Hier wählen Sie das Menü für Graphikeinstellung bei Freiform-Messungen mit dem **KGM**

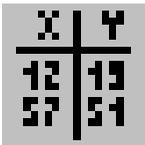
*(Auswerten > Graphikeinstellungen)*



**Einstellen der Graphik für Linear-Messung VML mit KGM und VM**

Hier wählen Sie das Menü für Graphikeinstellungen für VM-Linear-Messungen mit dem VM oder dem **KGM**

*(Auswerten > Graphikeinstellungen)*



**Rohdaten auswählen**

Hier wählen Sie Rohdaten (alle Messverfahren) der aufgenommenen Messungen. In den Rohdaten zeigt **ACCOM** X/Y-Positionswerte der aufgenommenen Messung

*(Auswerten > Rohdaten)*



**Kenndaten auswählen**

Hier wählen Sie Kenndaten (DBB-, KGK-, VML-Messverfahren und für die ISO 10791-6 Messungen in KGF) der aufgenommenen Messungen. In den Kenndaten sind u. a. Berechnungen nach internationalen Richtlinien dargestellt.

*(Auswerten > Kenndaten)*



**Parameter der Messung**

Hier wählen oder ändern Sie die Parameter der Messung (alle Messverfahren)

*(Optionen > Parameter der Messung)*



**Verbindung zur EIB 741 herstellen**

Hier können Sie die TCP/IP Verbindung zur **EIB 741** herstellen.

*(Optionen > Einstellung der Zählerkarte > Verbinden)*

## Messablauf KGM Kreisformtest (KGK)

### Maschinenreinigung

→ Reinigen Sie bitte sorgfältig den Bereich der Werkzeugmaschine an dem die Messungen durchgeführt werden, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen. Achten Sie insbesondere auf Späne und Schmiermittel- bzw. Ölreste, welche auf das Messgerät herabfallen könnten!



Geben Sie dem verwendeten Messgerät Zeit, sich an die Umgebungstemperatur anzupassen, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen! Sie vermeiden damit thermisch bedingte Fehler.

### Testprogramm

Um sämtliche Fehler eindeutig berechnen und zuordnen zu können, sollte ein Kreisformtest mindestens 1 in positiver und 1 in negativer Richtung durchlaufenen vollen Kreis beinhalten (siehe ISO 230-4).

Ein typisches Testprogramm könnte bei Maschinen ohne HEIDENHAIN-Steuerung (mit HEIDENHAIN-Steuerung kann das Maschinenprogramm direkt aus **ACCOM** übertragen werden) folgendermaßen aussehen, wobei die Bewegung nur in der Messebene erfolgen darf:

**Teil 1, positive Richtung:** Bewegung ohne Unterbrechung vom Kreismittelpunkt bei  $0^\circ$  auf den Kreisradius, gefolgt von einer geschlossenen Kreisbewegung über  $720^\circ$  im Gegenuhzeigersinn (GUZ), Bewegung zurück zum Kreismittelpunkt, 10 sec. Pause im Falle einer Messreihe (bei Einzelmessungen Stopp statt Pause, Sie müssen zwischen den Messungen speichern).

**Teil 2, negative Richtung:** Bewegung ohne Unterbrechung vom Kreismittelpunkt bei  $0^\circ$  auf den Kreisradius, gefolgt von einer geschlossenen Kreisbewegung über  $720^\circ$  im Uhrzeigersinn (UZ), Bewegung zurück zum Kreismittelpunkt, Stopp.

# Messablauf KGK

---



Vergewissern Sie sich, dass nicht eventuell „vergessene“ Kompensationsdaten in der Steuerung abgelegt sind, die eine Bewegung vertikal zum Messgerät verursachen oder die Messergebnisse verfälschen könnten. Die Spindel darf sich nicht verdrehen, unter Umständen muss Sie auch nach Rücksprache mit dem Maschinenhersteller mechanisch fixiert werden. Probieren Sie eventuell das Maschinenprogramm ohne Messgerät aus.

## Messaufbau

→ Vergewissern Sie sich, dass die PC-Zählerkarte **IK 220** entsprechend den Vorgaben des Benutzerhandbuches in Ihrem PC installiert wurde. Alternativ dazu können Sie die **EIB 741** verwenden. Achten Sie hierbei auf eine gültige Netzwerkverbindung entsprechend dem **EIB 741** Benutzer- und Installationshandbuch (Adresse und Netzmaske der TCP/IP Verbindung). Schließen Sie bei der **EIB 741** die Messkabel an X11 und X12 an.

Montieren Sie jetzt das **KGM** entsprechend den Vorgaben der **KGM**-Montageanleitung. Verwenden Sie bei der Montage keine Schrauben, deren Köpfe über das Niveau des Kreuzgitters hinausragen!



Bedenken Sie beim Anschließen der Messkabel, dass die Werkzeugmaschine sich während der Tests bewegt, geben Sie also ausreichend Lose!

→ **Vor dem Start von ACCOM** stecken Sie den beigelegten USB-Hardlock mit Id.-Nr. 590255-01 oder 590255-02 an eine freie USB Schnittstelle.

Nach Aufrufen des **ACCOM**-Programmes gehen Sie wie folgt vor:

## 1. Messverfahren wählen

Nach dem Aufrufen von **ACCOM** erscheint das Dialogfenster, in dem Sie die Messarten auswählen können.

→ Klicken Sie bitte auf den Knopf **KGM Kreisform-Messung**, um den entsprechenden Programmteil zu starten.

Mit dem Menüpunkt *Datei > Messverfahren wählen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie später auch aus dem laufenden Programm die einzelnen Messarten auswählen.

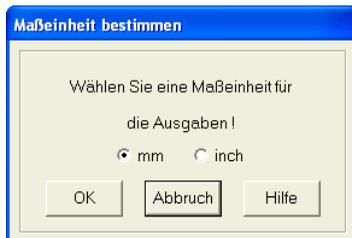


# Messablauf KGK

---

## 2. Maßeinheit bestimmen

→ Über den Menüpunkt *Optionen > Maßeinheit* legen Sie die gewünschte Maßeinheit fest. Schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**.



## 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte vornehmen

- Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Messgerät* stellen sie die Parameter des verwendeten Messgerätes ein.
- **Signalperiode:** Hier stellen Sie die Signalperiode (die einer Signalperiode entsprechende Distanz in  $\mu\text{m}$ ) des von Ihnen verwendeten Messwertaufnehmers ein. Die Signalperiode ist bereits auf  $4\mu\text{m}$  voreingestellt.  
Eingabebereich: 0.1 bis  $20\ \mu\text{m}$



- Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Zählerkarte* stellen sie die Parameter der Hardware, also der PC-Zählerkarte ein.
- **Typ Zählerkarte:** Hier wählen Sie den Typ der von Ihnen verwendeten Zählerkarte.
  - **Signaleingang:** Hier wählen Sie die Art der Messsignale.
  - **Adresse EIB 741:** Hier geben Sie die IP Adresse der **EIB 741** an (siehe **EIB 741**-Benutzerhandbuch). Alternativ kann auch der DHCP Hostname der **EIB 741** in einem Netzwerk eingegeben werden. Allerdings sind hier bei hohen Datenraten Verluste von Datenpaketen möglich (nicht zu empfehlen). Bei der **IK 220** entfällt diese Einstellung.
  - **Automatische Verbindung beim Programmstart (nur EIB 741):** Wenn angewählt stellt **ACCOM** beim nächsten Programmstart die Verbindung zur **EIB 741** automatisch her. Dies setzt eine gültige Netzwerkverbindung voraus!
  - **Prüfen (IK 220):** Hier können Sie anschließend die Funktionsfähigkeit der Karte überprüfen.
  - **Verbinden/Trennen (EIB 741):** Die **EIB 741** kann hier mit dem PC verbunden werden.

# Messablauf KGK

---

Einstellungen für Zählerkarte

Typ Zählerkarte:  IK220  EIB741

Signaleingang:  1µss  11 µAss

Adresse: 192.168.1.2

Automatische Verbindung bei Programmstart

Prüfen OK Abbruch Hilfe



Vergewissern Sie sich, dass Sie Typ, Adresse und Signaleingang der Zählerkarte richtig eingetragen haben. Ist die Signalperiode nicht korrekt eingestellt, so werden die Kreise zu groß oder zu klein gemessen.

## Hinweis

Nur **EIB 741**: Schließen Sie das **KGK** an die Eingänge X11 und X12 an.

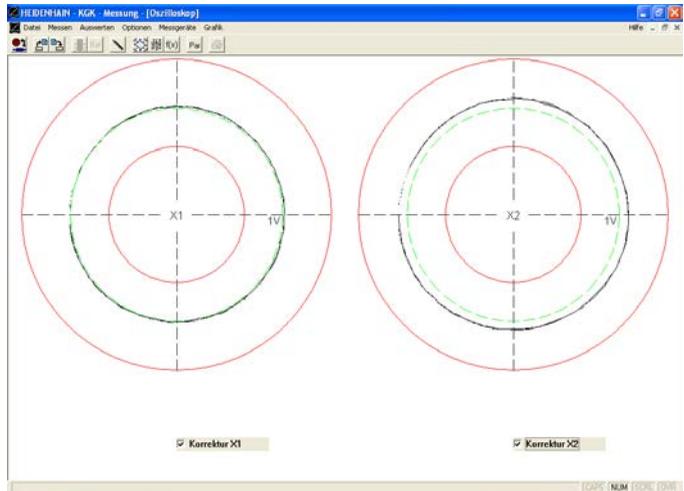


Wenn Sie Probleme haben, von der Zählerkarte Daten zu empfangen, überprüfen Sie mittels der auf der Treiber-CD mitgelieferten Testprogramme, ob die Nutzung der Karte möglich ist.

## 4. Feinjustage des Messkopfes

### Oszilloskop

→ Über den Menüpunkt *Messgeräte > Oszilloskop* können Sie die an der PC-Zählerkarte ankommenden **KGM**-Messsignale als Lissajous-Figuren am Bildschirm darstellen, die Sie für den Feinabgleich des **KGM** benötigen (siehe Montageanleitung des **KGM**).



Die Messsignale werden für die Richtungen I und II in der Oszilloskopdarstellung (für die Messsignale 0° el. und 90° el.) angezeigt.

→ Verfahren Sie mit dem Werkzeugmaschinenschlitten langsam und gleichmäßig in diagonaler Richtung. Mit Hilfe der Justierschrauben am Abtastkopf stellen Sie die Signalstärke ein. Die Messsignal-Amplitude liegt idealerweise nahe der grünen Kreisbahn (1Vss) zwischen den roten Begrenzungskreisen.

Ist das Messsystem-Signal zu groß oder zu klein, so erscheint in der Statusleiste des **ACCOM**-Bildschirms **Amplitude zu groß / zu klein**.

# Messablauf KGK

---

## Messsignale optimieren

→ **ACCOM** kann durch automatischen Signalabgleich die **Messsignale** für höchste Genauigkeitsansprüche **optimieren**. Klicken Sie dazu in die Kästchen **Korrektur X1 (X11)** und **Korrektur X2 (X12)** und verfahren den Maschinenschlitten gleichmäßig und langsam in diagonalen Richtung. Schalten Sie danach diese Funktion durch nochmaliges Klicken auf die beiden Kästchen Korrektur X1 (X11) und Korrektur X2 (X12) wieder aus, und gehen zum nächsten Punkt der Anleitung weiter.



Wird eine zu geringe Signalstärke angezeigt, so kontrollieren Sie, ob die Einstellungen für das Messgerät stimmen, und das Messsystem korrekt installiert ist, und starten anschließend **ACCOM** neu. Lösen und fixieren Sie die Anschlüsse nur nach Beendigung von **ACCOM**!

## Positionsanzeige

Über den Menüpunkt *Messgeräte* > *Positionsanzeige* können Sie die Positionsanzeige für das angeschlossene Messsystem aufrufen, und z.B. die positive Zählrichtung des **KGM** überprüfen. Rufen Sie diese Funktion nach Setzen der Position (siehe Punkt 8, Bezugspunkt setzen) auf, so sollten Sie vor Testbeginn nochmals überprüfen, ob Ihr Nullpunkt korrekt eingestellt ist, und diesen gegebenenfalls neu setzen.

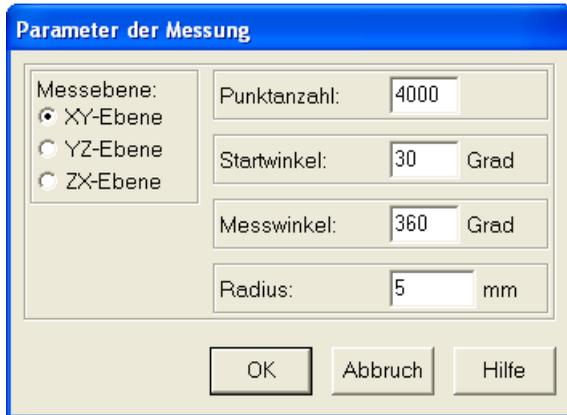
The screenshot shows a software window titled "Positionsanzeige" with a blue header. The main area is light beige and contains two rows of data. The first row shows "X11:" followed by a text box containing "0.0003 mm". The second row shows "X12:" followed by a text box containing "0.0020 mm". At the bottom right of the window, there are three buttons: "Reset", "Abbruch", and "Hilfe".

|      |           |
|------|-----------|
| X11: | 0.0003 mm |
| X12: | 0.0020 mm |

Reset Abbruch Hilfe

## 5. Messparameter einstellen

→ Durch Aufrufen des Menüpunktes *Optionen > Parameter der Messung* oder durch Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, in dem Sie die **Parameter der Messung** einstellen.



- **Messebene:** Arbeitsebene der Werkzeugmaschine, in welcher die Messung durchgeführt wird.
- **Punktzahl:** Anzahl der Messpunkte pro Messung.  
Eingabebereich: 36 bis 8000 Messpunkte
- **Startwinkel:** Hier geben Sie den Winkel ein, ab dem **ACCOM** mit der Messdatenerfassung beginnen soll.  
Eingabebereich: 0 bis 360 Grad.

### Hinweis

Da die Rechtwinkligkeit der Achsen bei 45° gemessen wird, und die Achsumkehrbewegungen bei den Quadrantenübergängen (0°, 90°, 180°, 270°) erfolgen, wird 30° als **Startwinkel** empfohlen.

- **Messwinkel:** Hier geben Sie an, über welchen Winkel die Messdatenerfassung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 1 bis 720 Grad.

### Hinweis

Für eine vollständige rechnerische Auswertung eines Kreisformtests ist ein Messwinkel von mindestens 360° erforderlich.

## Messablauf KGK

---

- **Radius:** Hier geben Sie den Sollradius des Kreises ein.  
Eingabebereich: 0.01 bis 10000 mm.  
0.0003937 bis 3937 Inch.

→ Beenden Sie anschließend die Eingabe mit **OK**.

## 6. NC-Schnittstelle festlegen

→ Falls Sie das Messprogramm von **ACCOM** an eine HEIDENHAIN-Steuerung übertragen möchten, öffnen Sie über den Menüpunkt *Optionen > NC-Programmerzeugung* das Dialogfenster, in dem Sie die TCP/IP-Verbindung konfigurieren.

Parameter der NC-Programmerzeugung

Modus:  HEIDENHAIN-KIartext  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO  
 DIN/ISO

Vorschub: 5000 mm/min

Vorschub an jeden Satz anfügen

Programm-Name: TEST

Nachkommastelle:  1 µm  0.1 µm  
 10 nm  1 nm

M-Funktionen:

M-Funktionen an jeden Satz anfügen

TNC Verbindungsdaten:

TCP/IP Adresse: TNC640

- **Modus:** Wählen Sie zwischen HEIDENHAIN-Format, HEIDENHAIN DIN/ISO oder allgemeinem DIN/ISO-Format.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Kreisbewegung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min bzw.  
0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Programm-Name:** Hier geben Sie dem Programm einen Namen (Extension .H / .I steht für HEIDENHAIN bzw. HEIDENHAIN DIN/ISO. \*.txt wird für ein DIN/ISO Programm angeboten).
- **Nachkommastelle:** Stellen Sie hier die Nachkommastelle der NC-Programme ein.
- **M-Funktionen:** Geben Sie hier zusätzlich für den Programmlauf benötigte M-Funktionen an. Die M-Funktionen werden an den ersten NC-Satz angefügt.  
Beispiel im NC-Programm: **2 L X0 F1000 M31**

# Messablauf KGK

- **TCP/IP Adresse:** Hier stellen Sie die TCP/IP Adresse (IP-Adresse oder DHCP-Name) der Steuerung für die Datenübertragung über eine Netzwerkverbindung ein.

## Optionen der G-Code Ausgabe

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster das Ausgabeformat für DIN/ISO an Ihre Steuerung anzupassen.

The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Parameter der NC-Programmerzeugung". It is divided into two main sections. The top section, "GCode Optionen", contains several radio button options: "Ausgabe Position" (Absolute selected), "Kreismittelpunkt" (Incremental selected), "Vorschub" (Inch/min selected), and a checkbox for "Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch" which is unchecked. Below this are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe". The bottom section, "Zusätzliche Zeilen am Programmstart:", has an input field containing "G54". Below that, "Zusätzliche Zeilen am Programmende:" has an input field containing "M30". At the bottom of this section are also three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe".

- **Ausgabe Position:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe (G90/G91). Die absolute Ausgabe erfordert meist einen festen Bezugspunkt (z.B. G54).
- **Kreismittelpunkt:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe des Kreismittelpunktes (G2/G3). Die inkrementelle Ausgabe des Kreismittelpunktes bezieht sich auf die Startposition des Kreises.
- **Vorschub:** Nur INCH: Wählen Sie zwischen der Vorschubausgabe in Inch/min oder 0.1 Inch/min (z.B. HEIDENHAIN TNC).
- **Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:** Hier können Sie auswählen, ob am NC-Programmstart G71/G70 verwendet werden soll.

Im Dialogfenster *Parameter der NC-Programmerzeugung* kann für die Ausgabe im DIN/ISO Format noch folgendes eingestellt werden:

- **Zusätzliche Zeilen am Programmanfang:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmanfang definieren.

Beispiel: G54

- **Zusätzliche Zeilen am Programmende:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmende definieren.

Beispiel: M30

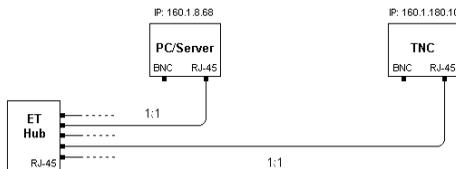
## Konfiguration des Netzkabels

Anschluss an 10BaseT (X25) der TNC: Verbinden Sie die TNC mit einem (evtl. gekreuzten) Kabel direkt mit dem PC oder mit einem ungekreuzten Kabel mit einem Hub oder Switch des Firmennetzwerks.

### Hinweis

Peer-to-Peer (Direktverbindung): Hier muss die IP-Adresse des PCs in der *Systemsteuerung / Netzwerkeinstellungen* unter *TCP/IP-Protokoll / Eigenschaften* eingestellt werden (abhängig vom Betriebssystem). Grundeinstellung ist für ein Firmennetzwerk, dass die IP-Adresse automatisch vom Server bezogen wird.

## LAN (Netzwerk) mit 1:1 Kabel



## Peer-to-Peer (Direktverbindung) evtl. mit gekreuztem Kabel!!!



# Messablauf KGK

---

## 7. Richtungserkennung

→ Vor der ersten Messung mit dem **KGM** muss **ACCOM** die positive Zählrichtung jeder Achse sowie die Winkellage des **KGM** auf dem Maschinentisch kennen. Im Menüpunkt *Messen* > *Richtungserkennung* fordert Sie **ACCOM** auf, den Maschinenschlitten nacheinander in die im Dialogfenster geforderten Richtungen (diese hängen von der Einstellung der Messebene ab) zu bewegen (siehe positive Richtung I und II auf dem **KGM**). Aus den Signalen des Messgerätes werden automatisch die benötigten Kennwerte (Kanalzuordnung, Zählrichtung und Winkellage) ermittelt.



KGM X-Richtung messen

Bewegen Sie das KGM  
mindestens 100 mm  
in positiver X -Richtung

X11: -2.5759 mm

X12: 9.6651 mm

Abbruch Hilfe

## Hinweis

Sie können einstellen, welcher Verfahrensweg zur Erkennung der ersten Richtung und gleichzeitig auch der Winkellage verwendet werden soll. Je größer der Weg ist, desto genauer die Berechnung der Winkellage. Bei höchsten Genauigkeitsansprüchen können Sie den gesamten möglichen Verfahrensweg auf dem **KGM** ausnutzen. Der Verfahrensweg in zweiter Messrichtung wird nur zur Richtungserkennung der zweiten Messachse verwendet und ist auf 0.1mm festgelegt.



Verfahren Sie während der **Richtungserkennung** mit dem Werkzeugmaschinenschlitten **nicht in diagonaler Richtung**, dies verfälscht die Erkennung der Winkellage.

## 8. Bezugspunkt setzen

→ Im Menüpunkt *Messen > Bezugspunkt setzen* weisen Sie **ACCOM** in Übereinstimmung mit der Steuerung einen Positionswert zu.

### Beispiel:

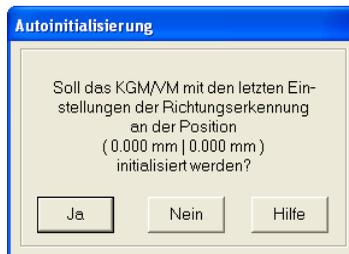
Befindet sich die Spindel (Abtastkopf) mittig über der **KGM**-Messplatte und zeigt die Istposition der Steuerung X0 und Y0 an, so weisen Sie dieser Position ebenfalls die Koordinaten X0 und Y0 zu.



The screenshot shows a dialog box titled "Bezugspunkt setzen". Inside, it says "Aktuelle Position des: KGM". There are two input fields: "X: 0 mm" and "Y: 0 mm". At the bottom, there are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe".

## Letzte Initialisierung

Sie können bei einem Neustart von **ACCOM** Ihre bisherigen Einstellungen durch Aufruf des Menüpunkts *Messen > Letzte Initialisierung* nutzen, wenn sich der Anbau des **KGM** an Ihre Maschine nicht geändert hat und Sie auf die zuvor gesetzte Position fahren. Fahren Sie anschließend mit dem nächsten Programmpunkt fort.



The screenshot shows a dialog box titled "Autoinitialisierung". The text inside asks: "Soll das KGM/VM mit den letzten Einstellungen der Richtungserkennung an der Position ( 0.000 mm | 0.000 mm ) initialisiert werden?". At the bottom, there are three buttons: "Ja", "Nein", and "Hilfe".

## 9. NC-Programm für Einzelmessung generieren und übertragen

→ Falls Sie ein NC-Programm für Einzelmessungen (für Messreihen siehe Punkt 11a.1. Messreihe editieren) generieren und übertragen wollen, wählen Sie über den Menüpunkt *Datei > NC-Programm ausgeben*, in welcher Form Sie das NC-Programm übertragen möchten.



- **Generieren nach Optionen:** Nach Anklicken erscheint das Dialogfenster *Generiere NC-Programm für Messung*, in dem Sie die Parameter für das NC-Programm festlegen.
- **Von Datei ausgeben (TCP/IP):** Ein fertiges NC-Programm wird in der Betriebsart TCP/IP über eine Netzwerkverbindung zur NC-Steuerung übertragen.

### Hinweis

Alternativ können Sie für die Übertragung eines fertigen NC-Programms das HEIDENHAIN PC-Tool TNCRemo verwenden.

Generiere NC-Programm für Messung

Modus:  HEIDENHAIN-Klartext  DIN/ISO  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO

Vorschub: 5000 mm/min

Programm-Name: TEST.H

Messebene:  XY  YZ  ZX

1. Drehrichtung:

Startwinkel: 30 Grad

Messwinkel: 360 Grad

Radius: 5 mm

Speichern Abbruch Hilfe

Senden mit: ICP/IP...

- **Modus:** Wählen Sie hier das Format des NC-Programms.
- **Vorschub:** Geben Sie hier die Soll-Vorschubgeschwindigkeit der Bewegung ein.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min  
0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Programmname:** Im TCP/IP-Modus hängen Sie an den Namen des NC-Programms die Extension .H/.I für HEIDENHAIN- oder DIN/ISO-Format an.
- **Messebene:** Klicken Sie auf die Messebene der Maschine.
- **1. Drehrichtung:** Wählen Sie hier, in welcher Richtung die erste der beiden Kreisbewegungen, die durch das Programm bestimmt werden, erfolgen soll.
- **Startwinkel:** Geben Sie hier den gleichen Startwinkel ein wie zuvor in dem Menüpunkt *Parameter der Messung*.
- **Messwinkel:** Geben Sie hier den gleichen Messwinkel ein wie zuvor in dem Menüpunkt *Parameter der Messung*.
- **Radius:** Geben Sie hier den gleichen Radius ein wie zuvor in dem Menüpunkt *Parameter der Messung*.
- **Speichern:** Durch Anklicken können Sie das NC-Programm speichern.
- **Abbruch:** Durch Anklicken können Sie das Dialogfenster schließen.
- **Senden mit:** Wählen sie durch Anklicken die Betriebsart. Beginnen Sie die Programmübertragung erst dann durch Klicken auf **Ja**, wenn TNC und PC bereit sind.

## Messablauf KGK

---

Es wird nun ein NC-Programm für beide Drehrichtungen generiert und in der Grundeinstellung in das Root-Verzeichnis der TNC übertragen. Bei TCP/IP-Übertragung öffnet sich ein Dateidialogfenster, in dem Sie das Zielverzeichnis auf der Steuerung auswählen können.



Für einen korrekten Ablauf des NC-Programms mit 2 Kreisbewegungen in gegenläufiger Richtung gelten folgende Voraussetzungen:

1. Der Nullpunkt des NC-Programms muss mit dem in „Bezugspunkt setzen“ festgelegten Nullpunkt übereinstimmen.
2. Der Spindelkopf steht bei Programmstart auf dem Nullpunkt.



Die HEIDENHAIN-TNC antwortet nicht, wenn keine Netzwerkverbindung besteht.

## 10. Messprotokoll erstellen

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* bzw. Klicken auf das Symbol wählen Sie das Messprotokoll für die jeweilige Messung aus, in dem Sie im Protokollfenster Angaben zu den Messungen machen können. Sie können durch Klicken auf **Ja** oder **Nein** entscheiden, ob das **Protokollfenster** nach jeder Messung automatisch geöffnet werden soll.

**Protokoll der Messung 1**

Kunde: Mustermann

Maschinentyp: |

SNr. / Baujahr: | / |

Vermerk 1: |

Vermerk 2: |

Vermerk 3: |

Prüfer: DS

HEIDENHAIN Referenzmessgerät: KGM 182

Identnummer: 349166-02      Seriennummer: X1234567890

Achsposition X: 0 mm

Achsposition Y: 0 mm

Achsposition Z: 0 mm

Achsposition IV: 0 mm

Achsposition V: 0 mm

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?  
 Ja     Nein

OK    Abbruch    Hilfe

Wenn Sie nur die Protokolldaten für Messung 1 eingeben, so werden diese automatisch für die anderen Messungen herangezogen. Die Protokolle können auch später im Zuge der Auswertung jederzeit nachbearbeitet und gespeichert werden. **ACCOM** speichert diese Angaben zusammen mit den Messdaten und druckt Sie in den Menüpunkten *Auswerten > Rohdaten*, *Auswerten > Kenndaten* und *Grafik > Drucken* aus.

# Messablauf KGK

## 11a.1. Messreihe editieren

→ Falls Sie **mehrere Messungen in Folge** durchführen möchten, so können Sie über *Messen > Messreihe editieren* eine Reihe von Messungen zusammenstellen, welche automatisch aufgenommen werden. In diesem Falle sollten Sie auf der Werkzeugmaschine eine Pause von ca. 10 sec. zwischen den Messungen der Messreihe vorsehen. Falls Sie nur **einzelne Messungen** durchführen möchten, gehen Sie direkt zu Punkt 11b. der Anleitung weiter.

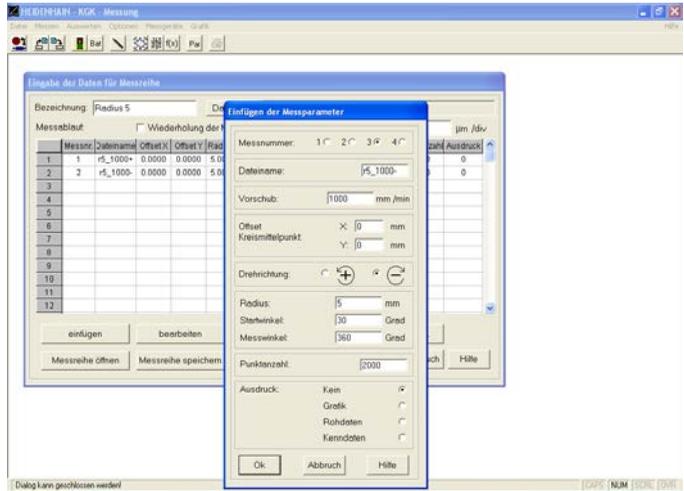
|    | Messnr. | Dateiname | Offset X | Offset Y | Radius | Vorschub | Drehricht | Startwinke | Messwinke | Punktzahl | Ausdruck |
|----|---------|-----------|----------|----------|--------|----------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|
| 1  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 2  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 3  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 4  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 5  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 6  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 7  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 8  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 9  |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 10 |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 11 |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |
| 12 |         |           |          |          |        |          |           |            |           |           |          |

- **Bezeichnung:** Hier können Sie einen Namen einfügen.
- **Auflösung:** Hier stellen Sie die Auflösung der Kreisformdarstellung ein. Sie können die Auflösung bei der Auswertung jederzeit verändern.



Mit Änderung der Auflösung ändern Sie auch das Startfenster für den Start der Messung (Messstart-Kriterium: Nennradius  $\pm 10 \times$  Auflösung).

- **Wiederholung der Messreihe:** Mit dieser Funktion können Sie die Messreihe immer wieder repetieren, und die alten Messdaten überschreiben; dies ist z.B. für Vorführungen und für Messeveranstaltungen gedacht.
- **Einfügen:** Nach Anklicken legen Sie im folgenden Dialogfenster die Messparameter der einzelnen Messreihen fest, und stellen so Reihe für Reihe den Messablauf zusammen, welcher vom Programm während der Messung automatisch abgearbeitet wird:



- **Messnummer:** Die Messung wird später unter dieser Nummer am Bildschirm angezeigt. Bei der späteren grafischen Auswertung können jeweils maximal 4 Kreise zusammen dargestellt werden.
- **Dateiname:** Jeder Messzeile muss ein eigener Name gegeben werden, unter dem die Messung später automatisch gespeichert wird.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Bewegung ablaufen soll.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100 000 mm/min bzw. 0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Offset Kreismittelpunkt:** Hiermit können Sie den Kreismittelpunkt gegenüber dem in „Bezugspunkt setzen“ gewählten Nullpunkt verschieben.
- **Drehrichtung:** Hier geben Sie die Drehrichtung des zu messenden Kreises an. Für eine vollständige rechnerische Auswertung eines Kreisformtests braucht man immer 2 Kreise mit gleichem Radius und Vorschub, aber unterschiedlicher Drehrichtung.
- **Radius:** Hier geben Sie den Sollradius des Kreises ein.  
Eingabebereich: 0.01 bis 10000 mm.  
0.0003937 bis 3937 Inch.
- **Startwinkel:** Der Winkel, an dem **ACCOM** mit der Messdatenerfassung beginnt. Um nicht die Messung der Rechtwinkligkeit (bei 45°) und der Umkehrbewegungen der Maschinenachsen (bei 0°, 90°, 180°, 270°) zu behindern, werden 30° empfohlen.  
Eingabebereich: 0 bis 360°

# Messablauf KGK

---

- **Messwinkel:** Hier geben Sie an, über wie viel Grad eine Messwertaufnahme erfolgen soll. Für eine komplette rechnerische Auswertung sind mindestens 360° erforderlich.  
Eingabebereich: 1 bis 720°

- **Punktanzahl:** Anzahl der Messpunkte pro Messung.  
Eingabebereich: 36 bis 8000 Messpunkte

- **Ausdruck:** Hier können Sie angeben, ob, und in welcher Form Sie zwischen den Messungen Ergebnisse ausdrucken wollen.

Sie haben immer die Möglichkeit, nach den Messungen die Ergebnisse auszudrucken.

Wahlmöglichkeiten: **Kein Ausdruck**

**Grafik**

**Rohdaten**

**Kenndaten**

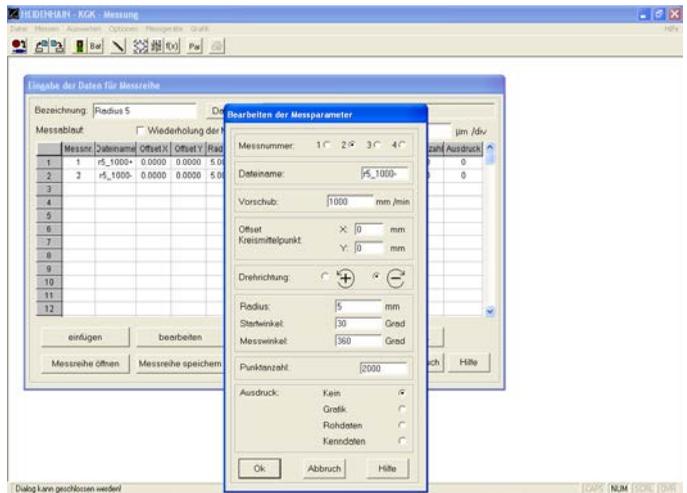
→ Mit **Ok** bestätigen Sie anschließend die Eingaben.

- **Dateipfad:** Wählen Sie bitte hier aus, in welchem Ordner die später durchgeführten Messungen gespeichert werden sollen. Dateinamen bitte hier nicht eingeben, diese haben Sie bereits über die Messreihe festgelegt.



Ohne Angabe des Dateipfades können Sie das Dialogfenster nicht mit OK schließen.

- **Bearbeiten:** Wenn Sie auf diesen Knopf klicken, dann erscheint folgendes Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie vorhandene Messeinstellungen bearbeiten können.

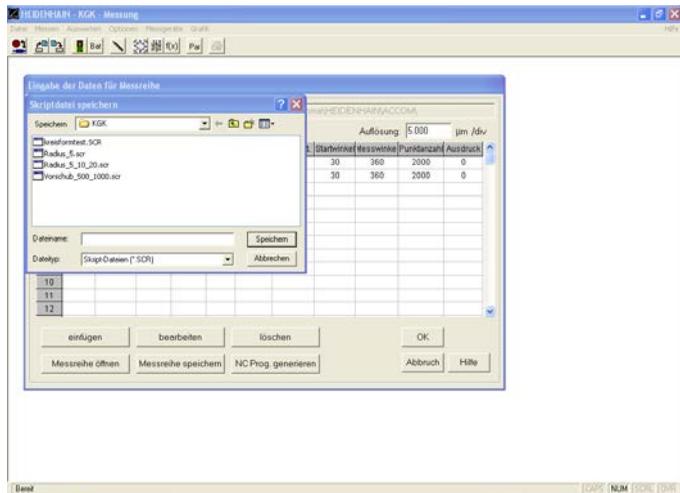


Nach Beendigung der Korrekturen schließen Sie das Dialogfenster durch Klicken auf **Ok**.

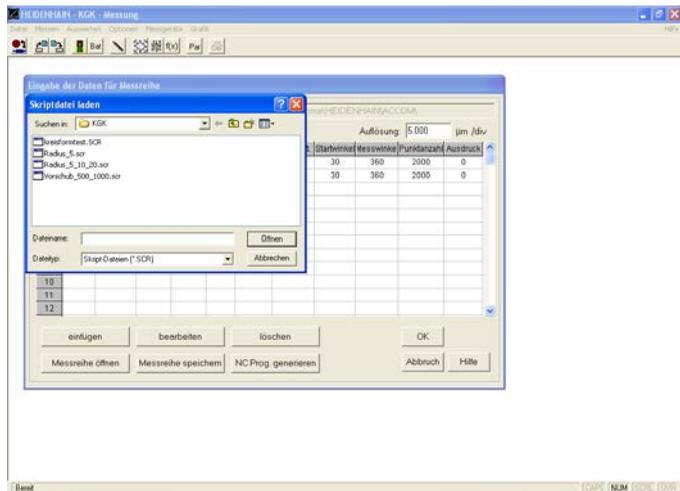
- **Löschen:** Durch Auswählen einer Reihe und Klicken auf diesen Knopf löschen Sie vorhandene Messeinstellungen.

# Messablauf KGK

- **Messreihe speichern:** Nach Klicken auf diesen Knopf erscheint folgendes Dialogfenster, in dem Sie die Messreihe speichern können.



- **Messreihe öffnen:** Nach Klicken auf diesen Knopf erscheint folgendes Dialogfenster, in dem sie gespeicherte Messreihe aufrufen können.



- **NC-Programm generieren:** Nach Klicken auf dieses Feld erscheint ein Dialogfenster, mit dessen Hilfe sie ein NC-Programm für die Messreihe generieren können.



- **Modus:** Wählen Sie hier das Format des NC-Programms.
- **Programmname:** Im TCP/IP-Modus hängen Sie an den Namen des NC-Programms die Extension .H/.I für HEIDENHAIN- oder DIN/ISO-Format an.
- **Messpausen:** Hier geben Sie die Pausenzeit zwischen den Messungen an.
- **Speichern:** Durch Anklicken können Sie das NC-Programm speichern.
- **Abbruch:** Durch Anklicken können Sie das Dialogfenster schließen.
- **Senden mit:** Wählen sie durch Anklicken die Betriebsart. Beginnen Sie die Programmübertragung erst dann durch Klicken auf **Ja**, wenn TNC und PC bereit sind. Es wird nun ein NC-Programm für die Messreihe generiert und in der Grundeinstellung in das Root-Verzeichnis der TNC übertragen. Bei TCP/IP-Übertragung öffnet sich ein Dateidialogfenster, in dem Sie das Zielverzeichnis auf der Steuerung auswählen können.



Die HEIDENHAIN-TNC antwortet nicht, wenn keine Netzwerkverbindung besteht.

# Messablauf KGK



Für einen korrekten Ablauf des NC-Programms gelten folgende Voraussetzungen:

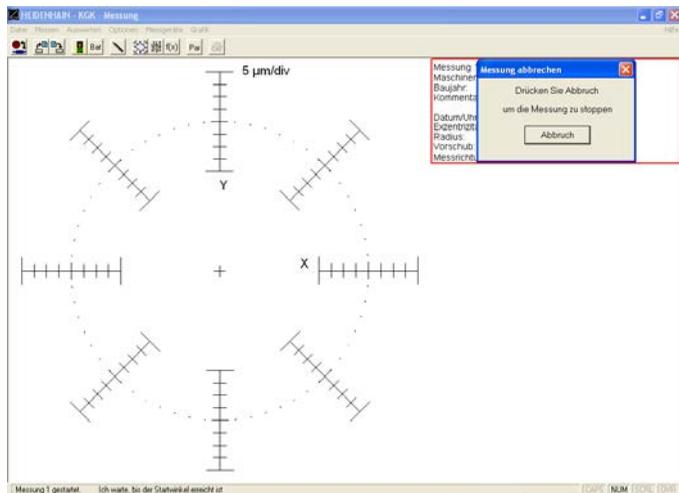
1. Der Nullpunkt des NC-Programms muss mit dem in „Bezugspunkt setzen“ festgelegten Nullpunkt übereinstimmen.
2. Der Spindelkopf steht bei Programmstart auf dem Nullpunkt.

→ Wenn Sie mit sämtlichen Eingaben fertig sind, schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**.

## 11a.2. Messreihe starten

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messreihe starten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie nun mit der Messung beginnen. **ACCOM** wartet auf den Beginn der Messung. Starten Sie nun das Programm auf der Werkzeugmaschine.

In der Statuszeile zeigt **ACCOM** den Zustand der Messung an. Sie können die Messung jederzeit mit **Abbruch** beenden. Nach Beendigung der Messung erfolgt das Speichern automatisch über den von Ihnen vorher festgelegten Dateipfad mit den Namen der Messreihe.





# Messablauf KGK

• **Auflösung:** Hier stellen Sie die Auflösung der Kreisformdarstellung ein. Sie können die Auflösung bei der Auswertung jederzeit verändern.

Eingabebereich: 0.1 bis 10.000  $\mu\text{m}/\text{div}$ .  
0.000004 bis 0.4 Inch/div.

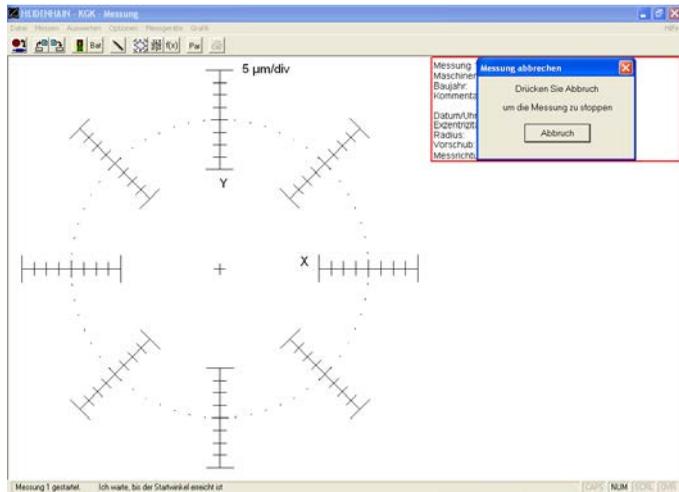


Mit Änderung der Auflösung ändern Sie auch das Startfenster für den Start der Messung (Messstart-Kriterium: Nennradius  $\pm 10 \times$  Auflösung).

## Hinweis

Ein vollständiger Kreisformtest nach ISO 230-4 muss 2 Vollkreise mit gleichem Radius, Mittelpunkt und Vorschub, aber unterschiedlicher Drehrichtung beinhalten.

→ **Start:** Nach Klicken auf diesen Knopf wartet **ACCOM** auf den Beginn der Messung. Starten Sie nun die Kreisbewegung auf der Werkzeugmaschine. In der Statuszeile zeigt **ACCOM** den Zustand der Messung an. Sie können die Messung mit **Abbruch** beenden.

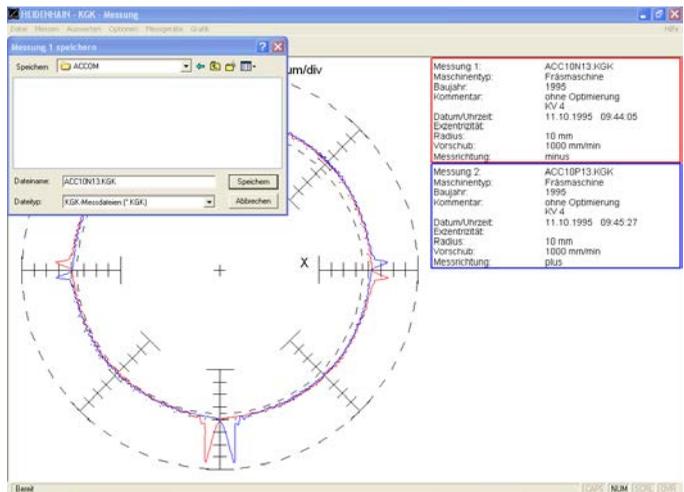


## Hinweis

Sollte **ACCOM** mit der Messwertaufnahme nicht beginnen, obwohl die Kreisbewegung auf der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, warten Sie zunächst einen Zeitraum von 15 bis 30 sec. nach Ende der Bewegung ab. Falls im Menüpunkt *Auswerten > Grafikdarstellungen > Darstellung* auf Zentrieren oder Radiuskorrektur geklickt wurde (siehe Punkt 16, grafische Darstellung der Kreisformtests), gibt es keine Online-Darstellung. Falls das Warten ohne Ergebnis bleibt, kontrollieren Sie bitte, ob Kreismittelpunkt (achten Sie auf eventuellen Versatz des Mittelpunktes), Vorschub und Radius des Maschinenprogramms mit den in **ACCOM** eingestellten Werten übereinstimmen.

## Datenspeicherung

Nach Beendigung der Messdatenerfassung erscheint auf dem Bildschirm das folgende Dialogfenster zur Datenspeicherung.



Über *Messen > Messung starten* können Sie weitere Messungen starten.

# Messablauf KGK

---

## 12. Messung öffnen

→ Über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie Messdaten zur weiteren Auswertung und Darstellung laden. Es erscheint der folgende Bildschirm.



Da bis zu 4 Messungen gleichzeitig dargestellt werden können, haben Sie über dieses Dialogfenster die Möglichkeit, die Messungen in beliebiger Reihenfolge zu öffnen. Wenn Sie im Rahmen der weiteren Auswertung oder Darstellung neue Messkurven auf den Bildschirm holen möchten, so geschieht dies ebenfalls über diesen Menüpunkt.



Mit **Messung öffnen** werden die **Messungen** ins System **geladen**, dies ist **Voraussetzung für die Darstellung**. **Ob und wie die Messkurven dargestellt** werden **beeinflussen** Sie **über** den Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen* (siehe auch Kapitel 16, grafische Darstellung).

## 13. Rohdaten auswerten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Rohdaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Rohdaten der Messung betrachten.

**ACCOM** zeigt jede gemessene Abweichung samt zugehörigem Winkel an.

**Rohdaten der Messung 1**

Kunde: Mustermann  
 Maschinentyp: Fräsmaschine  
 SNr. / Baujahr: 123 / 1995

Achsposition:  
 X: 0 mm Y: 0 mm Z: 0 mm IV: 0 mm V: 0 mm

Dateiname: ACC10N13.KGK Messart: KGK  
 Messebene: XY Messpunktanzahl: 1984 Drehrichtung: minus  
 Sollradius: 10 mm Vorschub: 1000 mm /min  
 Startwinkel: 45 Grad Messwinkel: 360 Grad

Vermerk1: ohne Optimierung  
 Vermerk2: KV 4  
 Vermerk3:

Messdatum: 11.10.1995 09:44:05 Prüfer: FI

|   | X-Position [mm] | Y-Position [mm] | Winkel [Grad] | Abweichung [mm] |
|---|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 1 | 6.432551        | 7.659449        | 49.975821     | 0.002243        |
| 2 | 6.437512        | 7.655188        | 49.938361     | 0.002173        |
| 3 | 6.851000        | 7.286977        | 46.766287     | 0.001812        |
| 4 | 6.874691        | 7.264574        | 46.579502     | 0.001770        |
| 5 | 6.898348        | 7.242234        | 46.393106     | 0.001858        |
| 6 | 6.921934        | 7.220109        | 46.207862     | 0.002157        |
| 7 | 6.945336        | 7.198082        | 46.023779     | 0.002504        |
| 8 | 6.968375        | 7.175871        | 45.840468     | 0.002568        |

## Hinweis

Gespeicherte Messungen werden in einer ASCII-Datei abgelegt. Die Rohdaten sind darin zeilenweise und durch Tabulator getrennt abgelegt. Sie können diese Datei zur weiteren Bearbeitung auch in Programme wie Matlab, Origin, Open Office oder Microsoft Excel laden bzw. importieren.

Zum **Ausdrucken** der Rohdaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

# Messablauf KGK

---

## 14. Richtlinie der Auswertung wählen

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Richtlinie* können Sie die Richtlinie zur Auswertung der Kreisformtests wählen. Momentan steht nur die Richtlinie ISO 230-4 zur Verfügung.



## 15. Kenndaten des Kreisformtests

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Kenndaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die aus den Messdaten berechneten Kenndaten nach ISO 230-4 abrufen. Ferner berechnet **ACCOM** den mittleren Radius, die Lose, die Umkehrspitzen, die Mittelpunktabweichung und die Rechtwinkligkeit der Achsen.

Kenndaten der Messung 2

Kunde:  
 Maschinentyp: Fräsmaschine  
 SNr. / Baujahr: 123 / 1995  
 Achsposition:  
 X: 0 mm Y: 0 mm Z: 0 mm IV: 0 mm V: 0 mm  
 Dateiname: ACC10P13.KGK Messart: KGK  
 Messebene: XY Messpunktanzahl: 1966 Drehrichtung: plus  
 Solradius: 10 mm Vorschub: 1000 mm /min  
 Startwinkel: 45 Grad Messwinkel: 360 Grad  
 ohne Optimierung  
 KV 4

| Kenndaten nach ISO 230-4 Exzentrizität berücksichtigt |                                       |
|---|---------------------------------------|
| Kreisformabweichung Gxy:                              | 0.0298 mm                             |
| Kreisformabweichung Gyx:                              | 0.0294 mm (ACC10N13.KGK)              |
| Zweiseitige Kreisformabweichung G(b)xy:               | 0.0298 mm ACC10P13.KGK / ACC10N13.KGK |
| Radialabweichung Fxy min:                             | -0.0015 mm                            |
| Radialabweichung Fxy max:                             | 0.0283 mm                             |
| Mittlere zweiseitige Radialabweichung Dxy             | 0.0008 mm ACC10P13.KGK / ACC10N13.KGK |

mittlerer Radius: 10.0008 mm mittlerer Vorschub: 1006.2066 mm /min  
 Lose: X+: 0.0006 mm X-: 0.0009 mm  
 Y+: 0.0005 mm Y-: 0.0006 mm  
 Umkehrspitzen: X+: 0.0101 mm X-: 0.0103 mm  
 Y+: 0.0276 mm Y-: 0.0277 mm  
 Mittelpunkt-Korrekturwerte: X: 0.0013 mm Y: 0.0019 mm  
 Rechtwinkligkeit: -19.5719 µm/m ACC10P13.KGK / ACC10N13.KGK  
 Achslängendifferenz: Y ist 0.017 % länger als X  
 Messdatum: 11.10.1995 09:45:27 Prüfer: FI



Zur vollständigen Berechnung aller Kenndaten, insbesondere der zweiseitigen Kreisformabweichung G(b) werden 2 Kreise benötigt, und zwar immer eine Kombination aus positivem und negativem Drehsinn. Falls Sie das Laden der zweiten Datei vergessen haben sollten, gibt **ACCOM** eine entsprechende Warnung aus.

Zum **Ausdrucken** der Kenndaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

## 16. Grafische Darstellung der Kreisformtests

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Grafikdarstellungen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Darstellungsweise der Messkurven auf dem Bildschirm festlegen.



- **Ausgabe:** Durch Anklicken wählen sie aus, welche der max. 4 Messungen, die sie vorher geöffnet haben, dargestellt werden. Sie haben prinzipiell die Wahl zwischen Kreis- und Lineardiagrammen, was bei den Grafikeinstellungen beachtet werden muss. Die **Skalierung** kann dann entweder **fest** vorgegeben oder vom System **automatisch** gewählt werden.

- **Skalierung bei Kreisdiagramm:** Bei Kreisdarstellungen können Sie die gewünschte Auflösung angeben. Eingabebereich der Auflösung: 0.1 bis 10000 µm

0.000004 bis 0.4 Inch

- **Skalierung bei Lineardiagramm:** Bei Lineardarstellungen können Sie für die Abweichungen von der Kreisbahn die obere und untere Grenze bzw. den darzustellenden Winkelbereich angeben.

Abweichung von/bis: -10000 bis +10000 µm

-0.4 bis + 0.4 Inch

Winkel von/bis:

0 bis 360°

- **Darstellung:**

**Zentrieren:** Mit dieser Funktion können Sie die Messung zentriert darstellen lassen. **ACCOM** zeigt Ihnen den errechneten Ist-Kreismittelpunkt an.

**Radiuskompensation:** Hier wird der Radiusfehler bei der Darstellung von **ACCOM** kompensiert und in der Legendebox angezeigt.



**Vor Messungen** sollten Sie die Funktionen **Zentrieren** und **Radiuskorrektur** besser **ausschalten**, da sonst die Grafik nicht online dargestellt wird.

Grundsätzlich haben Sie die Wahl zwischen folgenden Darstellungen:

**Kreis groß**

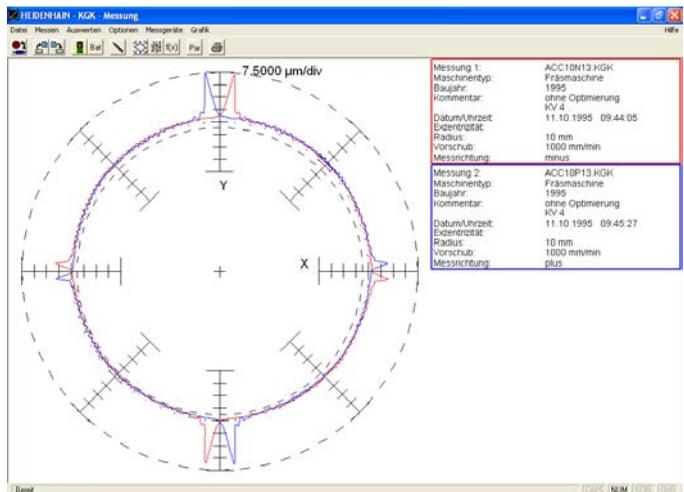
**Kreis klein**

**Linear groß**

- **Kreis groß:** Hier zeichnet **ACCOM** bis zu 4 Messkurven in ein kreisförmiges Diagramm. Die Messkurven können Sie im Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen > Ausgabe Messung 1-4* zu- oder wegschalten.

Der Sollradius wird als **gepunktete Linie** im Messdiagramm dargestellt.

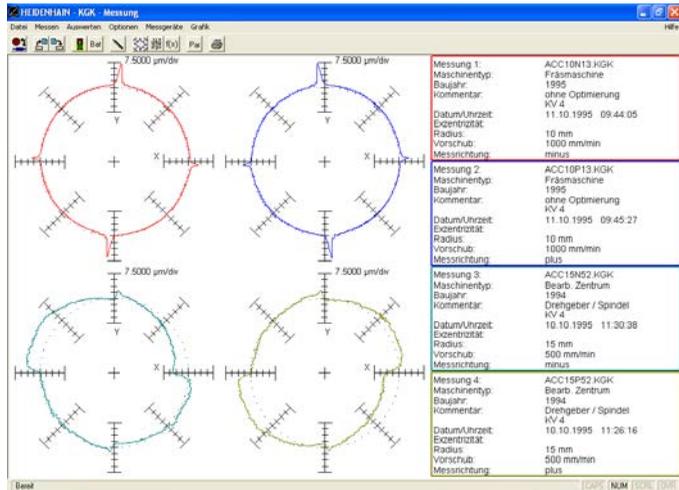
Die **größte** und **kleinste Radiusabweichung** werden als **gestrichelte Linie** im Messdiagramm angezeigt.



Neue Messungen können Sie über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol laden.

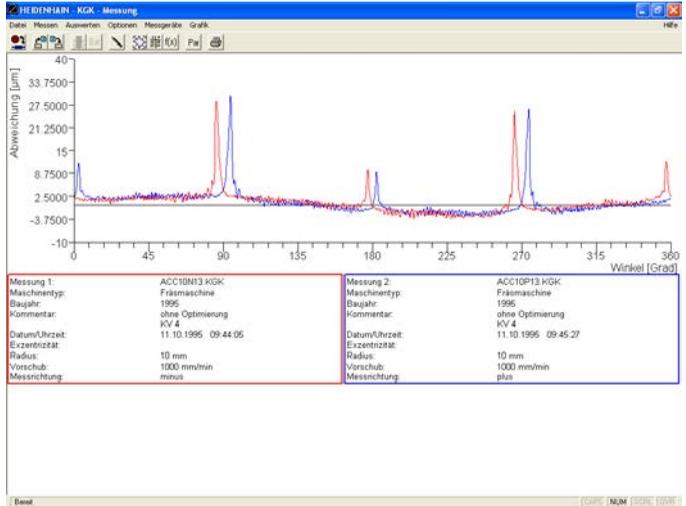
# Messablauf KGK

- **Kreis klein:** Hier zeichnet **ACCOM** jede Messkurve in ein separates kreisförmiges Diagramm. Die Messkurven können Sie im Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen > Ausgabe Messung 1-4* zu- oder wegschalten.

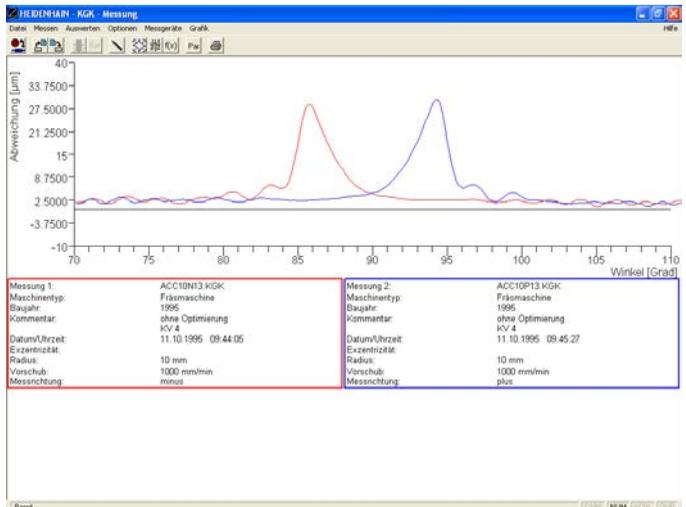


Neue Messungen können Sie über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol laden.

- **Linear groß:** Hier zeichnet **ACCOM** bis zu 4 Messkurven der Abweichungen in **ein** lineares Diagramm. Die Messkurven können Sie im Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen > Ausgabe Messung 1-4* zu- oder wegschalten. Im Beispiel ist die **Skalierung fest** und der **Winkel von 0 bis 360°** gewählt.



- Alternativ können Sie auch einen **Winkelbereich** darstellen. Im Beispiel ist die **Skalierung fest** und der **Winkel von 80 bis 100°** gewählt.



# Messablauf KGK

---

## Zusätzliche Optionen der Darstellung

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster zusätzliche Optionen für die Darstellung der Kreisformabweichungen zu setzen.



- **Kreisformdarstellung:** In der Kreisformdarstellung können die Hilfslinien für die minimale und maximale Radialabweichung und/oder die Skalierungswerte ausgeschaltet werden.
- **Darstellung Kreise (klein/groß):** Die Standarddarstellung zeigt (rechtshändiges Koordinatensystem XY, YZ, ZX) die erste Messachse rechts und die zweite Messachse oben an. Alternativ dazu können die Achsen auch vertauscht - erste Messachse oben und zweite Messachse rechts - dargestellt werden (Spiegelung an der Winkelhalbierenden). Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist eine um 90° gedrehte Ansicht - erste Messachse oben und zweite Messachse links.
- **Darstellung linear:** Alternativ zur Darstellung Radialabweichung über Winkel kann die Radialabweichung auch über der (Mess-)Zeit dargestellt werden.
- **Sondereinstellungen speichern:** Die Sondereinstellungen dieses Fensters werden nur gespeichert (beim Messartwechsel oder Programmende) wenn dies durch Setzen des Hakens gewünscht wird. Sonst bleiben die Sondereinstellungen nur bis zum Messartwechsel oder Programmende aktiv.

## DTA-Datei Import

→ Über den Menüpunkt Datei > DTA Importieren oder Datei > DTA einlesen über TCP/IP können Sie eine Kreisformmessung aus einer HEIDENHAIN Steuerung einlesen und auswerten (Messung aus dem TNC Oszilloskop).

Voraussetzungen für den DTA Import:

- Die aufgezeichnete Datei beinhaltet 2 Kanäle zweier Messachsen mit den benötigten Kreisformdaten (Beispiel: X- und Y-Achse)
- Die Messung wurde im Modus Kreisformdiagramm (CIRC) aufgezeichnet.
- Es müssen zwei Messkanäle mit den Oszilloskopdaten Konturabweichung existieren.
- Anfang und Ende der Oszilloskopmessung muss bei (0/0) sein.

**DTA-Datei Kreisformmessung übernehmen**

Skalierung:  
 fest  automatisch  
Auflösung: 7.5 µm

Drehrichtung:  
 +  -

Startwinkel: 47.616 Grad  
Messwinkel: 448.87 Grad  
Radius: 10 mm  
Vorschub: 1000 mm /min

Ersten und letzten Wert der zu importierenden Messpunkte auswählen. Sollvorschub und Sollradius einstellen.

Erster Messpunkt:  
Messpunkt: 80  
Winkel: 47.616 Grad  
Radius: 9.99873 mm

Letzter Messpunkt:  
Messpunkt: 220  
Winkel: 46.644 Grad  
Radius: 9.99957 mm

Übernehmen Hilfe

- **Skalierung:** Stellen Sie eine geeignete Auflösung für den Import der DTA-Datei ein.
- **Drehrichtung:** Die Drehrichtung wird aus der Messdatei berechnet.
- **Startwinkel:** Der Startwinkel wird aus der Messdatei berechnet.

# Messablauf KGK

---

- **Messwinkel:** Der Messwinkel wird aus der Messdatei berechnet.
  - **Radius:** Stellen sie den Sollradius für die importierte Messung ein. Aus den Messdaten wird vorerst der **maximale** Radius berechnet und in dieses Kontrollkästchen eingesetzt.
  - **Vorschub:** Stellen Sie den Sollvorschub der importierten Messung ein.
  - **Erster Messpunkt:** Geben Sie den ersten Messpunkt an, der für die Kreisformmessung übernommen werden soll.
  - **Letzter Messpunkt:** Geben Sie den letzten Messpunkt an, der für die Kreisformmessung übernommen werden soll.
- **Übernehmen** Hiermit wird die importierte DTA-Datei als Kreisformmessung in **ACCOM** übernommen. Die Messdaten können anschließend als ACCOM Kreisformmessung gespeichert und ausgewertet werden.

## Farbeinstellungen der Grafik

Wenn Sie die **Farbeinstellungen der Grafik** ändern wollen, können Sie über den Menüpunkt *Optionen > Farbeinstellungen* die Farbe der Messkurven, des Koordinatensystems und des Grafikhintergrundes einstellen.

## Optionen speichern/laden

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen speichern* können Sie diese Einstellungen speichern.

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen laden* können Sie diese Einstellungen aufrufen.

## Messgrafik exportieren

Wenn Sie die **Messgrafik** ohne Protokoll **als Datei exportieren** möchten, können Sie diese im *Menüpunkt Grafik > Speichern* als Bitmap speichern.

## Grafik drucken

**Drucken** können Sie die Grafik über den Menüpunkt *Grafik > Drucken*. **Druckereinstellungen** können über den Menüpunkt *Datei > Druckereinrichtung* geändert werden.

## Messprotokolle ändern

Falls Sie die **Messprotokolle ändern** möchten, können Sie über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* oder durch Klicken auf das Symbol das entsprechende Protokoll auswählen.

**Protokoll der Messung 1**

|                 |                  |        |
|-----------------|------------------|--------|
| Kunde:          | Mustermann       |        |
| Maschinentyp:   | Fräsmaschine     |        |
| SNr. / Baujahr: | 123              | / 1995 |
| Vermerk 1:      | ohne Optimierung |        |
| Vermerk 2:      | KV 4             |        |
| Vermerk 3:      |                  |        |
| Prüfer:         | FI               |        |

|                               |           |                           |
|-------------------------------|-----------|---------------------------|
| HEIDENHAIN Referenzmessgerät: | KGM 182   |                           |
| Identnummer:                  | 349166-02 | Seriennummer: X1234567890 |

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| Achspannung X:  | 0 | mm |
| Achspannung Y:  | 0 | mm |
| Achspannung Z:  | 0 | mm |
| Achspannung IV: | 0 | mm |
| Achspannung V:  | 0 | mm |

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?

Ja  Nein

OK Abbruch Hilfe

## Messung speichern

Falls Sie **Änderungen am Protokoll** vornehmen, können Sie diese über den Menüpunkt *Datei > Messung speichern* bzw. durch Klicken auf das Symbol **abspeichern**.

Alternativ können Sie auch über den Menüpunkt *Datei > Alle Messungen speichern* die Messdateien speichern.

## Bildschirm leeren

Falls Sie die Messkurven vom Bildschirm entfernen wollen, können Sie über den Menüpunkt *Grafik > Schließen* den **Bildschirm leeren**.

# Messablauf KGF

---

## Messablauf KGM Freiformtest (KGF)

### Maschinenreinigung

→ Reinigen Sie bitte sorgfältig den Bereich der Werkzeugmaschine an dem die Messungen durchgeführt werden, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen. Achten Sie insbesondere auf Späne und Schmiermittel- bzw. Ölreste, welche auf das Messgerät herabfallen könnten!



Geben Sie dem verwendeten Messgerät Zeit, sich an die Umgebungstemperatur anzupassen, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen! Sie vermeiden damit thermisch bedingte Fehler.

### Testprogramm

Beim Freiform-Test verfährt die CNC-Steuerung die Maschinenachsen entsprechend der programmierten Kontur beliebiger Form in einer Ebene. So gibt der Ecken-Test Auskunft über die Dynamik der Lageregelkreise bezüglich Ihres Überschwingverhaltens und die daraus resultierenden Abrundungsfehler. Sie können auch Konturen beliebiger Werkstücke auf dem Kreuzgitter testen, und erhalten so bereits ohne Zerspanung einen ersten Eindruck von der zu erwartenden Konturgenauigkeit innerhalb der Messebene. Freiformbahnen nach ISO 10791-6 K2 - Vorschübe - und K3 - Interpolation zweier Achsen - können in KGF vermessen werden.

Bei Werkzeugmaschinen ohne HEIDENHAIN-Steuerung (mit HEIDENHAIN-Steuerung kann das Maschinenprogramm direkt aus **ACCOM** übertragen werden) muss das Maschinenprogramm manuell erstellt werden, wobei die Bewegung nur in der Messebene erfolgen darf:



Vergewissern Sie sich, dass nicht eventuell „vergessene“ Kompensationsdaten in der Steuerung abgelegt sind, die eine Bewegung vertikal zum Messgerät verursachen oder die Messergebnisse verfälschen könnten.

Die Spindel darf sich nicht verdrehen, unter Umständen muss Sie auch nach Rücksprache mit dem Maschinenhersteller mechanisch fixiert werden. Probieren Sie eventuell das Maschinenprogramm ohne Messgerät aus.

## Messaufbau

→ Vergewissern Sie sich, dass die PC-Zählerkarte **IK 220** entsprechend den Vorgaben des Benutzerhandbuches in Ihrem PC installiert wurde. Alternativ dazu können Sie die **EIB 741** verwenden. Achten Sie hierbei auf eine gültige Peer-to-Peer Netzwerkverbindung entsprechend dem **EIB 741** Benutzer- und Installationshandbuch (Adresse und Netzmaske der TCP/IP Verbindung). Schließen Sie bei der **EIB 741** die Messkabel an X11 und X12 an.

Montieren Sie jetzt das **KGM** entsprechend den Vorgaben der **KGM**-Montageanleitung. Verwenden Sie bei der Montage keine Schrauben, deren Köpfe über das Niveau des Kreuzgitters hinausragen!



Bedenken Sie beim Anschließen der Messkabel, dass die Werkzeugmaschine sich während der Tests bewegt, geben Sie also ausreichend Lose!

→ **Vor dem Start von ACCOM** stecken Sie den beigelegten USB-Hardlock mit Id.-Nr. 590255-01 oder 590255-02 an eine freie USB Schnittstelle.

Nach Aufrufen des **ACCOM**-Programmes gehen Sie wie folgt vor:

# Messablauf KGF

---

## 1. Messverfahren wählen

Nach dem Aufrufen von **ACCOM** erscheint das Dialogfenster, in dem Sie die Messarten auswählen können.

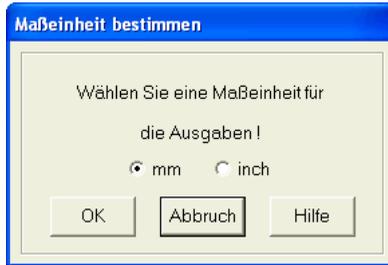
→ Klicken Sie bitte auf den Knopf **KGF Freiform-Messung**, um den entsprechenden Programmteil zu starten.

Mit dem Menüpunkt *Datei > Messverfahren wählen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie später auch aus dem laufenden Programm die einzelnen Messarten auswählen.



## 2. Maßeinheit bestimmen

→ Über den Menüpunkt *Optionen > Maßeinheit* legen Sie die gewünschte Maßeinheit fest. Schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**.



# Messablauf KGF

## 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte

→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Messgerät* stellen sie die Parameter des verwendeten Messgerätes ein.

- **Signalperiode:** Hier stellen Sie die Signalperiode (die einer Signalperiode entsprechende Distanz in  $\mu\text{m}$ ) des von Ihnen verwendeten Messwertaufnehmers ein. Die Signalperiode ist bereits auf  $4\mu\text{m}$  voreingestellt.

Eingabebereich: 0.1 bis  $20\mu\text{m}$

- **Messgerät:** Wählen Sie das verwendete Messgerät aus. Für dynamische Tests in einer Messrichtung kann auch das VM 182 verwendet werden.

- **Zählrichtung 2. zu 1. Achse (nur VM 182):** Hier können Sie manuell die Zählrichtung für die Orthogonalachse des **VM 182** eingeben. Je nach Anbau des **VM 182** ist die Zählrichtung der zweiten Messrichtung an die Maschinenachsrichtungen anzupassen.

- **Messachse vertauschen (nur VM 182):** Wenn das **VM 182** zur 2. Messachse ausgerichtet ist klicken Sie bitte hier. Beispiel: Messung in XY-Ebene, **VM 182** achsparallel zur Y-Achse angebaut

The image shows a software dialog box titled "Einstellungen für Messgerät". It contains several configuration options:

- Signalperiode:** A text input field containing the value "4" followed by the unit "µm".
- Messgerät:** Two radio button options: "KGM" (unselected) and "VM182" (selected).
- Zählrichtung 2. zu 1. Achse:** Two radio button options: "x1" (selected) and "x(-1)" (unselected).
- Messachse vertauschen:** A checkbox with the label "(XY -> YX)" next to it, which is currently unchecked.
- At the bottom, there are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe".

→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für die Zählerkarte* stellen sie die Parameter der Hardware, also der PC-Zählerkarte ein.

- **Typ Zählerkarte:** Hier wählen Sie den Typ der von Ihnen verwendeten Zählerkarte.

- **Signaleingang:** Hier wählen Sie die Art der Messsignale.

- **Adresse EIB 741:** Hier geben Sie die IP Adresse der **EIB 741** an (siehe **EIB 741**-Benutzerhandbuch). Alternativ kann auch der DHCP Hostname der **EIB 741** in einem Netzwerk eingegeben werden. Allerdings sind hier bei hohen Datenraten Verluste von Datenpaketen möglich (nicht zu empfehlen).

Bei der **IK 220** entfällt diese Einstellung.

- **Automatische Verbindung beim Programmstart (nur EIB 741):** Wenn angewählt stellt ACCOM beim nächsten Programmstart die Verbindung zur **EIB 741** automatisch her. Dies setzt eine gültige Netzwerkverbindung voraus!
- **Prüfen (IK 220):** Hier können Sie anschließend die Funktionsfähigkeit der Karte überprüfen.
- **Verbinden/Trennen (EIB 741):** Die **EIB 741** kann hier mit dem PC verbunden werden.

Einstellungen für Zählerkarte

Typ Zählerkarte:  IK220  EIB741

Signaleingang:  1Vss  11 µAss

Adresse: 192.168.1.2

Automatische Verbindung bei Programmstart

Prüfen OK Abbruch Hilfe



Vergewissern Sie sich, dass Sie Typ, Adresse, und Signaleingang der Zählerkarte richtig eingetragen haben. Ist die Signalperiode nicht korrekt eingestellt, so werden die Distanzen zu groß oder zu klein gemessen.

## Hinweis

Nur **EIB 741**: Schließen Sie das **KGM** an die Eingänge X11 und X12 an.



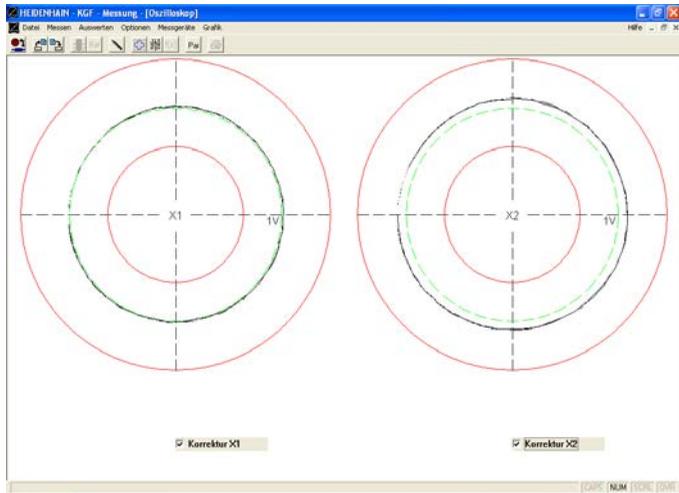
Wenn Sie Probleme haben, von der Zählerkarte Daten zu empfangen, überprüfen Sie mittels der auf der Treiber-CD mitgelieferten Testprogramme, ob die Nutzung der Karte möglich ist.

# Messablauf KGF

## 4. Feinjustage des Messkopfes

### Oszilloskop

→ Über den Menüpunkt *Messgeräte > Oszilloskop* können Sie die an der PC-Zählerkarte ankommenden **KGM**-Messsignale als Lissajous-Figuren am Bildschirm darstellen, die Sie für den Feinabgleich des **KGM** benötigen (siehe Montageanleitung des **KGM**).



Die Messsignale werden für die Richtungen I und II in der Oszilloskopdarstellung (für die Messsignale  $0^\circ$  el. und  $90^\circ$  el.) angezeigt.

→ Verfahren Sie mit dem Werkzeugmaschinenschlitten langsam und gleichmäßig in diagonaler Richtung. Mit Hilfe der Justierschrauben am Messkopf stellen Sie die Signalstärke ein. Die Messsignal-Amplitude liegt idealerweise nahe der grünen Kreisbahn (1Vss) zwischen den roten Begrenzungskreisen.

Ist das Messsystem-Signal zu groß oder zu klein, so erscheint in der Statusleiste des **ACCOM**-Bildschirms **Amplitude zu groß / zu klein**.

## Messsignale optimieren

→ **ACCOM** kann durch automatischen Signalabgleich die **Messsignale** für höchste Genauigkeitsansprüche **optimieren**. Klicken Sie dazu in die Kästchen **Korrektur X1 (X11)** und **Korrektur X2 (X12)** und verfahren den Maschinenschlitten gleichmäßig und langsam in diagonaler Richtung. Schalten Sie danach diese Funktion durch nochmaliges Klicken auf die beiden Kästchen Korrektur X1 (X11) und Korrektur X2 (X12) wieder aus, und gehen zum nächsten Punkt der Anleitung weiter.



Wird eine zu geringe Signalstärke angezeigt, so kontrollieren Sie, ob die Einstellungen für das Messgerät stimmen, und das Messsystem korrekt installiert ist, und starten anschließend **ACCOM** neu. Lösen und fixieren Sie die Anschlüsse nur nach Beendigung von **ACCOM**!

## Positionsanzeige

Über den Menüpunkt *Messgeräte* > *Positionsanzeige* können Sie die Positionsanzeige für das angeschlossene Messgerät aufrufen, und z.B. die positive Zählrichtung des **KGM** überprüfen. Rufen Sie diese Funktion nach Setzen der Position (siehe Punkt 7, Bezugspunkt setzen) auf, so sollten Sie vor Testbeginn nochmals überprüfen, ob Ihr Nullpunkt korrekt eingestellt ist, und diesen gegebenenfalls neu setzen.

| Position | Value     |
|----------|-----------|
| X11:     | 0.0003 mm |
| X12:     | 0.0020 mm |

Buttons: Reset, Abbruch, Hilfe

# Messablauf KGF

---

## 5. Messparameter einstellen

→ Durch Aufrufen des Menüpunktes *Optionen > Parameter der Messung* oder durch Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, in dem Sie die **Parameter der Messung** einstellen.



- **Messebene:** Arbeitsebene der Werkzeugmaschine in welcher die Messung durchgeführt wird.
  - **Punktzahl:** Anzahl der Messpunkte pro Messung.  
Eingabebereich: 36 bis 100000 Messpunkte.
  - **Startfenster:** Hier geben Sie die Größe des Startfensters für die Bewegungserkennung an.  
Eingabebereich: 0.01 bis 100 µm  
0.0000015 bis 0.004 Inch
  - **Stillstandsfenster:** Hier geben Sie die Größe des Stillstandsfensters für die Berechnung der Bahnzeit an.  
Eingabebereich: 0.01 bis 100 µm  
4e-7 bis 0.004 Inch
- Beenden Sie die Eingabe mit **OK**.

## Hinweis

Die Abtastrate ergibt sich aus der Messpunktzahl und der Messzeit. Die Messzeit wird im Startfenster (siehe Punkt 12, Messung starten) angezeigt bzw. kann dort auch manuell eingegeben werden.

Beispiel: 40000 Messpunkte und 4s Messzeit  
⇒ Abtastrate 10kHz  
(Max. Abtastrate der EIB 741: 50 kHz,  
Max. Abtastrate der IK 220: 10 kHz)

## 6. NC-Schnittstelle festlegen

→ Falls Sie das Messprogramm von **ACCOM** an eine HEIDENHAIN-Steuerung übertragen möchten, öffnen Sie über den Menüpunkt *Optionen > NC-Programmerzeugung* das Dialogfenster, in dem Sie die TCP/IP-Verbindung konfigurieren.

Parameter der NC-Programmerzeugung

Modus:  HEIDENHAIN-KIartext  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO  
 DIN/ISO Optionen...

Vorschub:  mm/min

Vorschub an jeden Satz anfügen

Programm-Name:

Nachkommastelle:  1 µm  0.1 µm  
 10 nm  1 nm

M-Funktionen:

M-Funktionen an jeden Satz anfügen

TNC Verbindungsdaten:

TCP/IP Adresse:

- **Modus:** Wählen Sie zwischen HEIDENHAIN-Format, HEIDENHAIN DIN/ISO oder allgemeinem DIN/ISO-Format.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Kreisbewegung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min bzw. 0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Programm-Name:** Hier geben Sie dem Programm einen Namen (Extension .H / .I steht für HEIDENHAIN bzw. HEIDENHAIN DIN/ISO. \*.txt wird für ein DIN/ISO Programm angeboten).
- **Nachkommastelle:** Stellen Sie hier die Nachkommastelle der NC-Programme ein.
- **M-Funktionen:** Geben Sie hier zusätzlich für den Programmlauf benötigte M-Funktionen an. Die M-Funktionen werden an den ersten NC-Satz angefügt.  
Beispiel im NC-Programm: **2 L X0 F1000 M31**

# Messablauf KGF

---

- **TCP/IP Adresse:** Hier stellen Sie die TCP/IP Adresse (IP-Adresse oder DHCP-Name) der Steuerung für die Datenübertragung über eine Netzwerkverbindung ein.

## Optionen der G-Code Ausgabe

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster das Ausgabeformat für DIN/ISO an Ihre Steuerung anzupassen.

The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Parameter der NC-Programmerzeugung". It is divided into two main sections. The top section, "GCode Optionen", contains several radio button options: "Ausgabe Position" (Absolute selected), "Kreismittelpunkt" (Incremental selected), "Vorschub" (Inch/min selected), and a checkbox for "Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch" which is unchecked. Below these are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe". The bottom section, "Zusätzliche Zeilen am Programmstart:", has an input field containing "G54". Below that, "Zusätzliche Zeilen am Programmende:" has an input field containing "M30". This section also has "OK", "Abbruch", and "Hilfe" buttons. At the top of the main dialog, there is a "Modus:" section with radio buttons for "HEIDENHAIN-klartext", "HEIDENHAIN-DIN/ISO", and "DIN/ISO" (selected), along with an "Optionen..." button.

- **Ausgabe Position:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe (G90/G91). Die absolute Ausgabe erfordert meist einen festen Bezugspunkt (z.B. G54).
- **Kreismittelpunkt:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe des Kreismittelpunktes (G2/G3). Die inkrementelle Ausgabe des Kreismittelpunktes bezieht sich auf die Startposition des Kreises.
- **Vorschub:** Nur INCH: Wählen Sie zwischen der Vorschubausgabe in Inch/min oder 0.1 Inch/min (z.B. HEIDENHAIN TNC).
- **Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:** Hier können Sie auswählen, ob am NC-Programmstart G71/G70 verwendet werden soll.

Im Dialogfenster *Parameter der NC-Programmerzeugung* kann für die Ausgabe im DIN/ISO Format noch folgendes eingestellt werden:

- **Zusätzliche Zeilen am Programmanfang:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmanfang definieren.

Beispiel: G54

- **Zusätzliche Zeilen am Programmende:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmende definieren.

Beispiel: M30

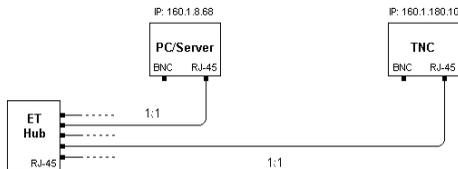
## Konfiguration des Netzkabels

Anschluss an 10BaseT (X25) der TNC: Verbinden Sie die TNC mit einem (evtl. gekreuzten) Kabel direkt mit dem PC oder mit einem ungekreuzten Kabel mit einem Hub oder Switch des Firmennetzwerks.

### Hinweis

Peer-to-Peer (Direktverbindung): Hier muss die IP-Adresse des PCs in der *Systemsteuerung / Netzwerkeinstellungen* unter *TCP/IP-Protokoll / Eigenschaften* eingestellt werden (abhängig vom Betriebssystem). Grundeinstellung ist für ein Firmennetzwerk, dass die IP-Adresse automatisch vom Server bezogen wird.

## LAN (Netzwerk) mit 1:1 Kabel



## Peer-to-Peer (Direktverbindung) evtl. mit gekreuztem Kabel!!



# Messablauf KGF

---

## 7. Richtungserkennung

→ Vor der ersten Messung mit dem **KGM** muss **ACCOM** die positive Zählrichtung jeder Achse sowie die Winkellage des **KGM** auf dem Maschinentisch kennen. Im Menüpunkt *Messen* > *Richtungserkennung* fordert Sie **ACCOM** auf, den Maschinenschlitten nacheinander in die im Dialogfenster geforderten Richtungen (diese hängen von der Einstellung der Messebene ab) zu bewegen (siehe positive Richtung I und II auf dem **KGM**). Aus den Signalen des Messgerätes werden automatisch die benötigten Kennwerte (Kanalzuordnung, Zählrichtungen und Winkellage) ermittelt.



KGM X-Richtung messen

Bewegen Sie das KGM  
mindestens 100 mm  
in positiver X -Richtung

X11: -2.5759 mm

X12: 9.6651 mm

Abbruch Hilfe

## Hinweis

Sie können einstellen, welcher Verfahrensweg zur Erkennung der ersten Richtung und gleichzeitig auch der Winkellage verwendet werden soll. Je größer der Weg ist, desto genauer die Winkellage. Für Freiformtests wird empfohlen, den gesamten möglichen Verfahrensweg auf dem **KGM** auszunutzen. Der Verfahrensweg in zweiter Messrichtung wird nur zur Richtungserkennung der zweiten Messachse verwendet und ist auf 0.1mm festgelegt.



Verfahren Sie während der **Richtungserkennung** mit dem Werkzeugmaschinenschlitten **nicht in diagonaler Richtung**, dies verfälscht die Erkennung der Winkellage.

## 8. Bezugspunkt setzen

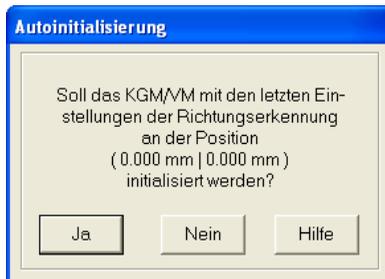
→ Im Menüpunkt *Messen > Bezugspunkt setzen* weisen Sie **ACCOM** in Übereinstimmung mit der Steuerung einen Positionswert zu.



The screenshot shows a dialog box titled "Bezugspunkt setzen". Inside, it displays "Aktuelle Position des: KGM". Below this, there are two input fields: "X: 0 mm" and "Y: 0 mm". At the bottom, there are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe".

## Letzte Initialisierung

Sie können bei einem Neustart von **ACCOM** Ihre bisherigen Einstellungen durch Aufruf des Menüpunkts *Messen > Letzte Initialisierung* nutzen, wenn sich der Anbau des **KGM/VM** an Ihre Maschine nicht geändert hat und Sie auf die zuvor gesetzte Position fahren. Setzen Sie anschließend mit dem nächsten Programmpunkt fort.



The screenshot shows a dialog box titled "Autoinitialisierung". The text inside asks: "Soll das KGM/VM mit den letzten Einstellungen der Richtungserkennung an der Position ( 0.000 mm | 0.000 mm ) initialisiert werden?". At the bottom, there are three buttons: "Ja", "Nein", and "Hilfe".

# Messablauf KGF

## 9. Messprotokoll erstellen

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* bzw. Klicken auf das Symbol wählen Sie das Messprotokoll für die jeweilige Messung aus, in dem Sie im Protokollfenster Angaben zu den Messungen eintragen können. Sie können durch Klicken auf **Ja** oder **Nein** entscheiden, ob das **Protokollfenster** nach jeder Messung automatisch geöffnet werden soll.

**Protokoll der Messung 1**

Kunde: Mustermann

Maschinentyp:

SNr. / Baujahr: /

Vermerk 1:

Vermerk 2:

Vermerk 3:

Prüfer: DS

HEIDENHAIN Referenzmessgerät: KGM 182

Identnummer: 349166-02      Seriennummer: X1234567890

Achsposition X: 0 mm

Achsposition Y: 0 mm

Achsposition Z: 0 mm

Achsposition IV: 0 mm

Achsposition V: 0 mm

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?

Ja     Nein

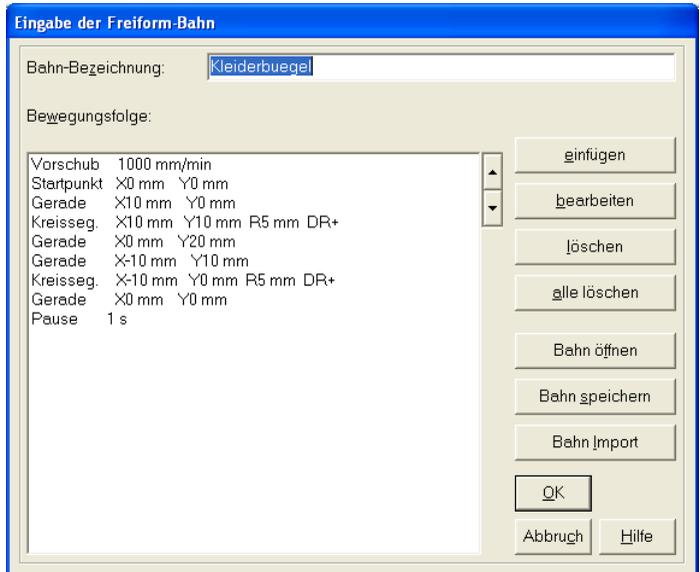
OK    Abbruch    Hilfe

Wenn Sie nur die Protokolldaten für Messung 1 eingeben, so werden diese automatisch für die anderen Messungen herangezogen. Die Protokolle können auch später im Zuge der Auswertung jederzeit nachbearbeitet und gespeichert werden. **ACCOM** speichert diese Angaben zusammen mit den Messdaten und druckt Sie in den Menüpunkten *Auswerten > Rohdaten*, *Auswerten > Kenndaten* und *Grafik > Drucken* aus.

## 10a. Bahn erzeugen / Bahn editieren

→ Über den Menüpunkt *Messen > Bahn erzeugen* öffnen Sie das Dialogfenster zur Erstellung einer Freiform-Bahn. **ACCOM** benötigt vor Start der Messung die Eingabe, die Öffnung oder den Import einer Bahn.

→ Über den Menüpunkt *Messen > Bahn editieren* öffnen Sie das Dialogfenster zur Korrektur der Freiform-Bahn einer Messung.



- **Bahn-Bezeichnung:** Hier können Sie der Freiformbahn einen Namen geben. Umlaute, Leerzeichen und Sonderzeichen sind hier nicht erlaubt. Die Bahnbezeichnung wird beim Generieren eines NC-Programms verwendet.

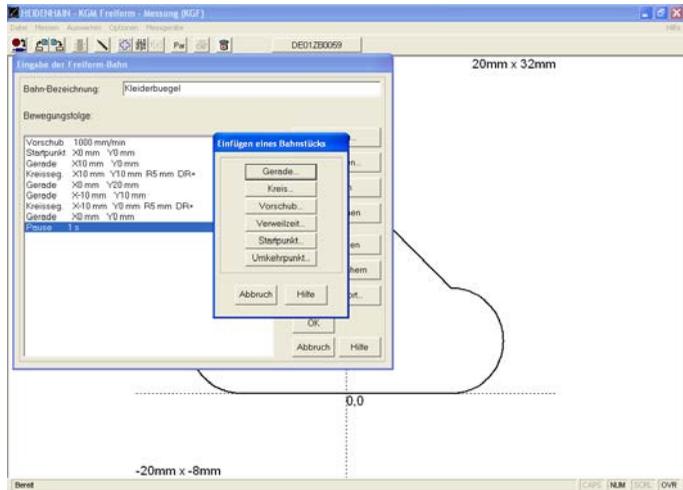
- **Pfeiltasten:** Hier können Sie die Reihenfolge der Bahnelemente in der Bewegungsfolge verändern. Dazu markieren Sie ein Element und verschieben das Element nach oben oder nach unten.

## Hinweis

Ein Vorschub muss am Anfang der Bewegungsfolge programmiert werden.  
Der Startpunkt darf nur am Anfang der Bewegungsfolge eingegeben werden.

# Messablauf KGF

- **Einfügen:** Durch Klicken auf diesen Knopf öffnen Sie das Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie Bahnelemente erzeugen.

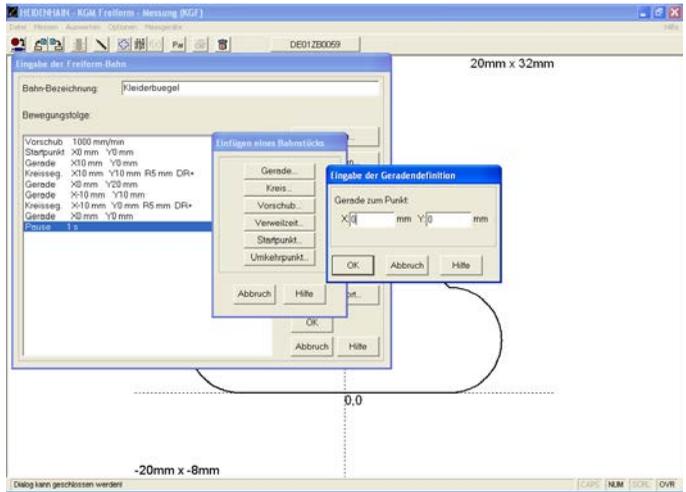


- Wenn Sie sämtliche Bahnelemente eingefügt haben, schließen Sie das Dialogfenster „Einfügen eines Bahnstückes“ mit **Abbruch**.

- **Gerade:** Hier können Sie die Koordinaten des Geradenendpunktes eingeben.

Eingabebereich:       -10000 bis +10000 mm  
                              -390 bis +390 Inch

Nach Anklicken erscheint das entsprechende Dialogfenster.



# Messablauf KGF

- **Kreis:** Nach Klicken auf den Knopf erscheint folgendes Dialogfenster, in dem Sie die **Koordinaten des Endpunktes** der Kreisbahn eintragen.

Eingabebereich: -10000 bis +10000 mm  
-390 bis + 390 mm

Ferner geben Sie bitte den **Radius des Kreissegmentes** ein.

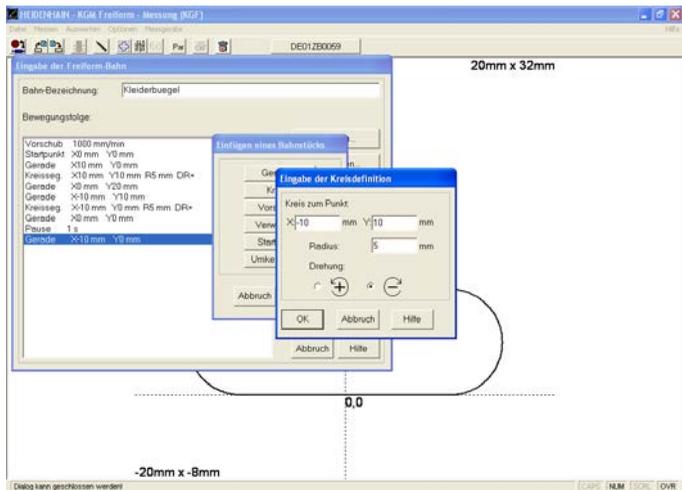
Eingabebereich: -10000 bis +10000 mm  
-390 bis + 390 mm

## Hinweis

Mit einem negativen Radius wird ein Kreisbogen mit einem Winkel größer als 180° programmiert. Es kann kein Vollkreis programmiert werden (HEIDENHAIN Klartext CR Befehl).

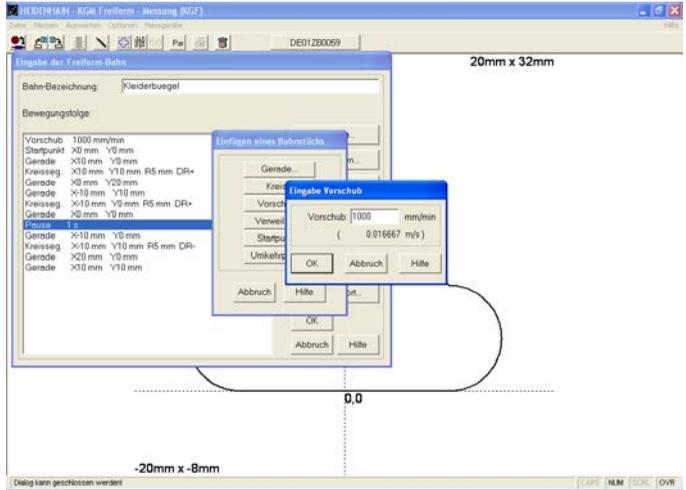
Geben Sie außerdem noch an, in welcher **Drehrichtung** die Kreisbewegung erfolgt.

Die Werkzeugmaschine verfährt dann vom Endpunkt des letzten Bahnsegmentes mit einer Kreisbewegung zum neuen Endpunkt.

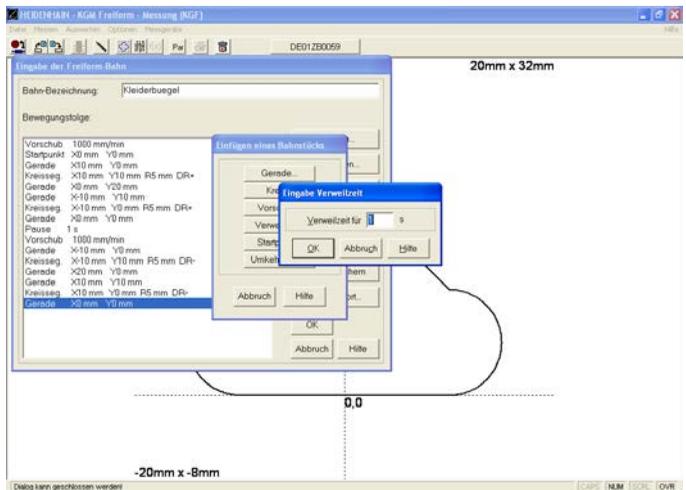


Der Kreisradius muss so groß gewählt sein, dass man vom Endpunkt des letzten Konturelementes auf den Endpunkt des Kreisbogens kommt.

- **Vorschub:** Vor der ersten Linie oder dem ersten Kreisbogen muss ein Vorschub eingegeben werden. Nach Klicken auf den Knopf erscheint das Dialogfenster, in dem Sie den Soll-Vorschub für die nachfolgenden Bahnelemente eintragen.  
Eingabebereich: 0.001 bis 10000 mm/min  
0.00004 bis 3900 Inch/min

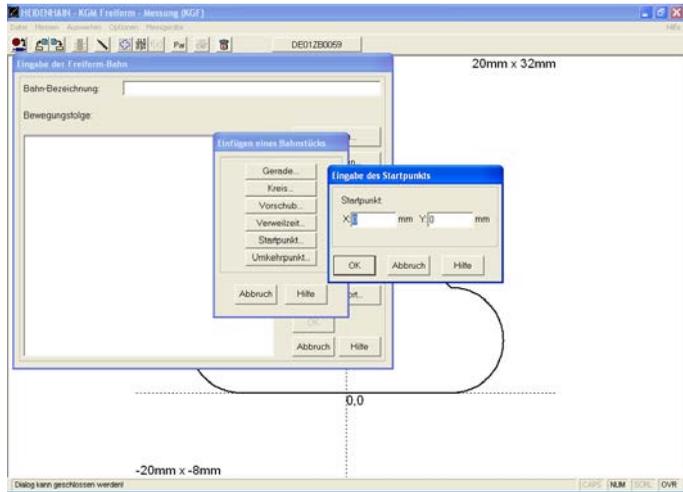


- **Verweilzeit:** Hier geben Sie ein, wie lange an der aktuellen Position gewartet werden muss, bis die nächste Bewegung beginnt.

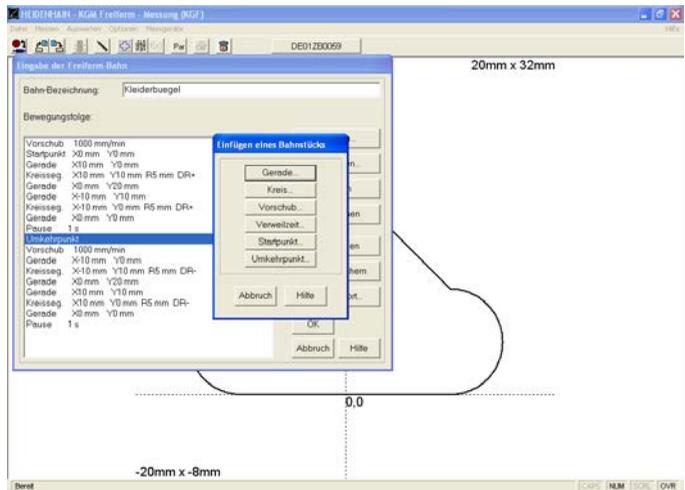


# Messablauf KGF

- **Startpunkt:** In der nächsten Zeile können Sie einen Startpunkt eingeben. Nach Klicken auf den Knopf erscheint das folgende Dialogfenster, in dem Sie die Koordinaten des Startpunktes eintragen. Wenn Sie keinen Startpunkt in der Bewegungsfolge eingeben, wird automatisch (0/0) als Startpunkt verwendet.



- **Umkehrpunkt:** In der nächsten Zeile können Sie einen Umkehrpunkt einfügen. Ein Umkehrpunkt markiert den Endpunkt des letzten Bahnelements (Linie oder Kreisbogen) als Umkehrpunkt einer Bahnfolge. Die Messpunkte nach dem Umkehrpunkt werden in einer zweiten Farbe dargestellt. Bei Verwendung mehrerer Umkehrpunkte wechselt die Farbe der Messung in der Darstellung jedes Mal. So können mehrere Vorwärts- und mehrere Rückwärtsbewegungen einer Messung in 2 Farben gezeichnet werden.

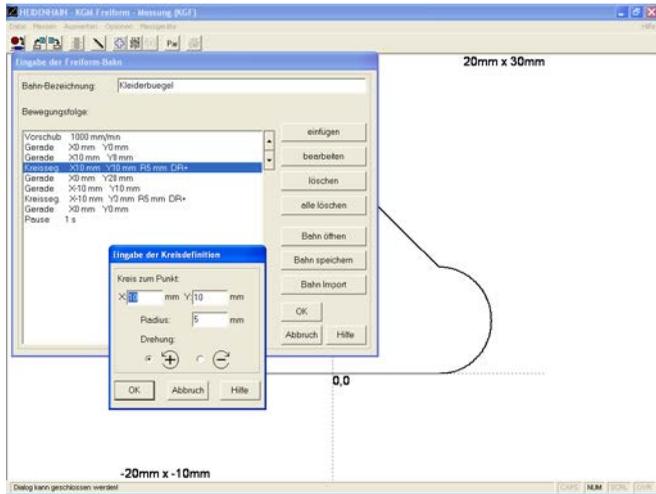


## Hinweis

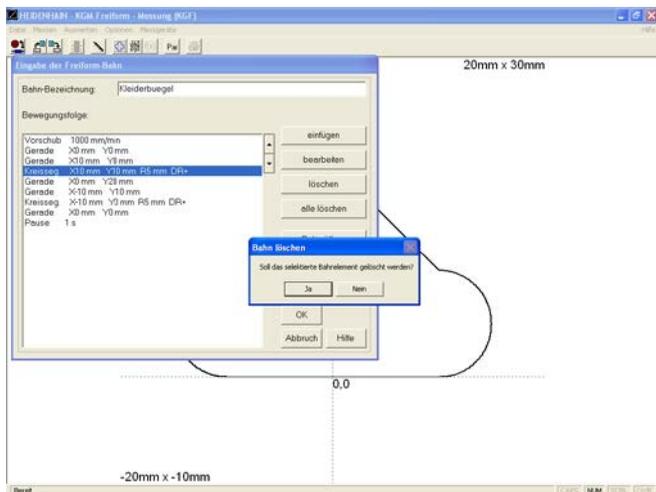
Der Endpunkt der Freiform-Bahn muss nicht mit deren Anfangspunkt identisch sein. Start und Endpunkt können frei gewählt werden.

# Messablauf KGF

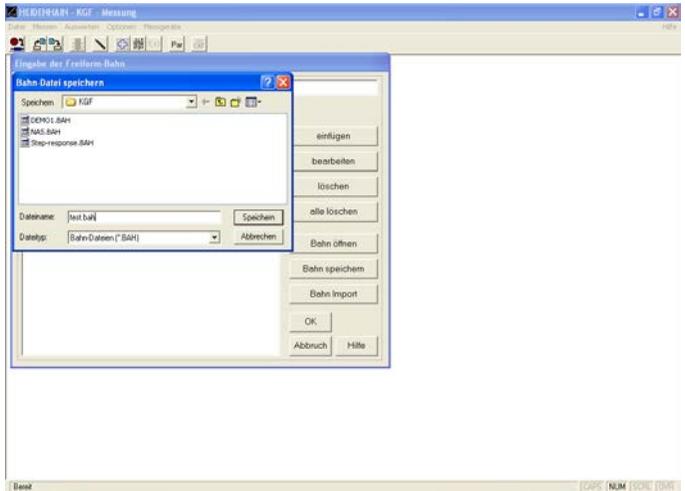
- **Bearbeiten:** Zum Bearbeiten eines Bahnelementes selektieren Sie mit dem Cursor die entsprechende Zeile der Bewegungsfolge und klicken auf den Knopf **Bearbeiten**. Im Beispiel wird das letzte Bahnelement bearbeitet, daher ist es dunkel unterlegt.



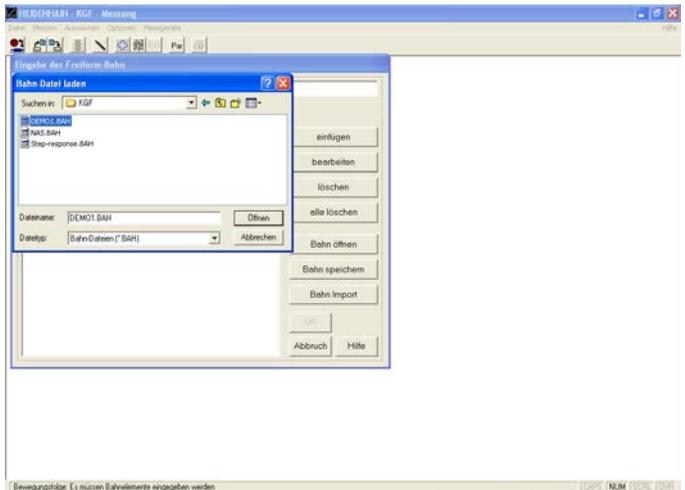
- **Löschen:** Zum Löschen eines Bahnelementes selektieren Sie mit dem Cursor die entsprechende Zeile der Bewegungsfolge und klicken auf den Knopf **Löschen**. Im Beispiel wird das letzte Bahnelement gelöscht, daher ist dieses dunkel unterlegt.



- **Bahn speichern:** Nach Klicken auf diesen Knopf erscheint das folgende Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie die fertig eingegebene Bahn abspeichern können.

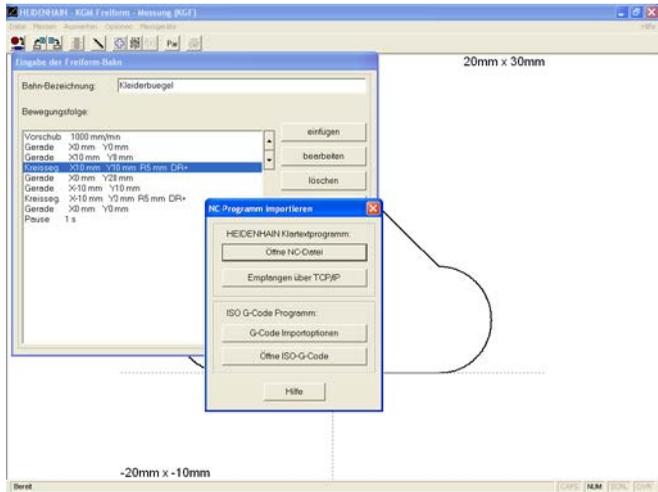


- **Bahn öffnen:** Nach Klicken auf diesen Knopf erscheint das folgende Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie eine Bahn aussuchen und öffnen können.

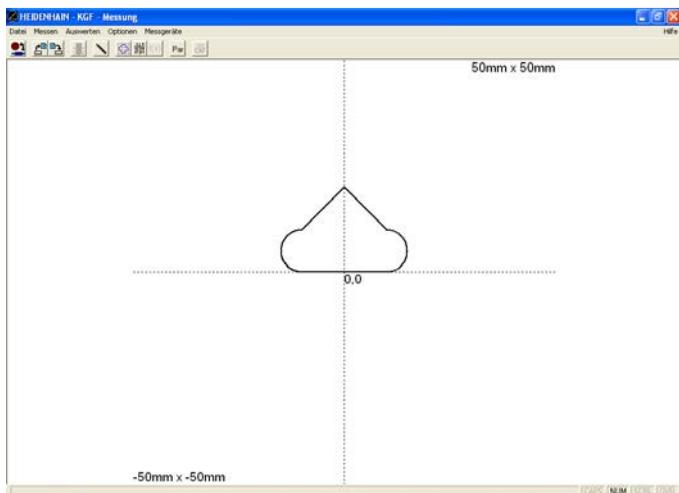


# Messablauf KGF

- **Bahn Import:** Nach Anklicken erscheint das folgende Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie eine Bahn in Form eines HEIDENHAIN-NC-Programms laden oder von einer HEIDENHAIN-Steuerung über eine Netzwerkverbindung übertragen können. Alternativ dazu können Sie auch ein DIN/ISO NC-Programm einlesen.



→ Wenn Sie mit sämtlichen Eingaben zur Erstellung einer Bahn fertig sind, so schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**. Die von Ihnen gewählte Bahn erscheint auf dem Bildschirm.



## 10b. Bahn erzeugen nach ISO 10791-6 (K2) Vorschubtest

→ Über den Menüpunkt *Messen > Bahn erzeugen nach ISO 10791-6 (K2) Vorschubtest* öffnen Sie das Dialogfenster zur Erstellung einer Freiform-Bahn nach ISO 10791-6 (K2).

**Eingabe der Bahn nach ISO 10791-6 (K2) Vorschubtest**

Bahn-Bezeichnung:

|                   | Vorschub:                                  | Startposition:                    | Endposition:                        |
|-------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------------|
| v1:               | <input type="text" value="100"/> mm /min   | <input type="text" value="0"/> mm | <input type="text" value="10"/> mm  |
| v2:               | <input type="text" value="1000"/> mm /min  | <input type="text" value="0"/> mm | <input type="text" value="100"/> mm |
| v3: max. Vorschub | <input type="text" value="3000"/> mm /min  | <input type="text" value="0"/> mm | <input type="text" value="100"/> mm |
| v4: Eilgang       | <input type="text" value="10000"/> mm /min | <input type="text" value="0"/> mm | <input type="text" value="100"/> mm |

Bewegungsfolge:

- Startpunkt X0 mm Y0 mm
- Vorschub 100 mm/min
- Gerade X16.66 mm Y0 mm
- Pause 1 s
- Gerade X0 mm Y0 mm
- Vorschub 1000 mm/min
- Gerade X100 mm Y0 mm
- Gerade X0 mm Y0 mm
- Pause 1 s

Max. Vorschub = Eilgang

Messebene:  XY  YZ  ZX

Messachse:  X  Y  Z

Startposition Y-Achse:  mm

Verweilzeit:  s

Generiere Bahn    Bahn öffnen    Bahn speichern

OK    Abbruch    Hilfe

- **Bahn-Bezeichnung:** Hier können Sie der ISO 10791-6-K2-Bahn einen Namen geben.
- **Vorschub:** Hier können Sie den max. Vorschub und den Eilgang für die zu prüfende Maschine eingeben.
- **Startposition:** Hier können Sie die Startposition der Messachse eingeben.
- **Endposition:** Hier können Sie die Endposition für die Messchse eingeben. Für die verschiedenen Vorschübe können die Messlängen variabel eingegeben werden.
- **Max. Vorschub = Eilgang:** Wenn auf der zu prüfenden Maschine der Eilgang dem max. Vorschub entspricht, klicken Sie hier. Es werden dann nur drei Vorschübe getestet.
- **Messebene:** Hier können Sie die Messebene eingeben.
- **Messachse:** Hier können Sie die Messachse eingeben.

# Messablauf KGF

- **Startposition X/Y/Z-Achse:** Hier können Sie die Startposition der zweiten Achse in der Messebene eingeben.
- **Verweilzeit:** Hier können Sie die Verweilzeit zwischen den einzelnen zu fahrenden Geraden eingeben (Empfohlen: mind. 1s).
- **Generiere Bahn:** Hier können Sie die Bahnfolge nach den eingestellten Optionen generieren und anzeigen.
- **Bahn speichern:** Nach Klicken auf diesen Knopf können Sie die eingegebene ISO 10791-6 (K2) Bahn abspeichern.
- **Bahn öffnen:** Nach Klicken auf diesen Knopf können Sie eine ISO 10791-6 (k2) Bahn aussuchen und öffnen.

## 10c. Bahn erzeugen nach ISO 10791-6 (K3) Interpolationstest

→ Über den Menüpunkt *Messen > Bahn erzeugen nach ISO 10791-6 (K3) Interpolationstest* öffnen Sie das Dialogfenster zur Erstellung einer Freiform-Bahn nach ISO 10791-6 (K3).

**Eingabe der Bahn nach ISO 10791-6 (K3) Interpolationstest**

Bahn-Bezeichnung:

Vorschub:  mm /min

Messebene:  
 XY  YZ  ZX

Startposition X:  mm Y:  mm

Weglänge:  mm

Vor- und Nachlauf:  % der Weglänge

Verweilzeit:  s

Messauswahl:  
 dY/dX = 0.05  
 dY/dX = 1  
 dX/dY = 0.05

Bewegungsfolge:

|            |             |             |
|------------|-------------|-------------|
| Startpunkt | X0 mm       | Y0 mm       |
| Vorschub   | 250 mm/min  |             |
| Gerade     | X99.8752 mm | Y4.99376 mm |
| Gerade     | X0 mm       | Y0 mm       |
| Pause      | 1 s         |             |
| Gerade     | X70.7107 mm | Y70.7107 mm |
| Gerade     | X0 mm       | Y0 mm       |
| Pause      | 1 s         |             |
| Gerade     | X4.99376 mm | Y99.8752 mm |
| Gerade     | X0 mm       | Y0 mm       |

- **Bahn-Bezeichnung:** Hier können Sie der ISO 10791-6-K3-Bahn einen Namen geben.
- **Vorschub:** ist für diesen Test auf 250mm/min festgelegt.

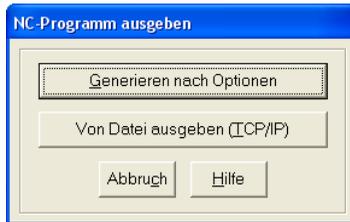
- **Startposition:** Hier können Sie die Startposition für den Test eingeben.
- **Weglänge:** Hier können Sie die Weglänge für diesen Test eingeben. Die Weglänge wird im NC-Programm ausgegeben.
- **Verweilzeit:** Hier können Sie die Verweilzeit zwischen den einzelnen zu fahrenden Geraden eingeben (Empfohlen: mind. 1s).
- **Vor- und Nachlauf:** Hier können Sie den Vor- und Nachlauf relativ zur Weglänge angeben (maximal 10%). Die Messlänge ergibt sich aus der Weglänge abzüglich Vor- und Nachlauf. Mit dem Vor- und Nachlauf können die Abschnitte in denen die Maschine beschleunigt aus der Messung entfernt werden.
- **Messebene:** Hier können Sie die Messebene eingeben.
- **Messauswahl:** Hier können Sie auswählen welche schrägen Geraden für den ISO 10791-6 (K3) Test gefahren werden sollen.
- **Generiere Bahn:** Hier können Sie die Bahnfolge nach den eingestellten Optionen generieren und anzeigen.
- **Bahn speichern:** Nach Klicken auf diesen Knopf können Sie die eingegebene ISO 10791-6 (K3) Bahn abspeichern.
- **Bahn öffnen:** Nach Klicken auf diesen Knopf können Sie eine ISO 10791-6 (K3) Bahn aussuchen und öffnen.

# Messablauf KGF

---

## 11. NC-Programm generieren und übertragen

→ Falls Sie ein NC-Programm generieren und übertragen wollen, wählen Sie über den Menüpunkt *Datei > NC-Programm ausgeben*, in welcher Form Sie das NC-Programm übertragen möchten.



- **Generieren nach Optionen:** Nach Anklicken erscheint das Dialogfenster *Generiere NC-Programm für Messung*, in dem Sie die Parameter für das NC-Programm festlegen.
- **Von Datei ausgeben (TCP/IP):** Ein fertiges NC-Programm wird in der Betriebsart TCP/IP über eine Netzwerkverbindung zur NC-Steuerung übertragen.

### Hinweis

Alternativ können Sie für die Übertragung eines fertigen NC-Programms das HEIDENHAIN PC-Tool TNCRemo verwenden.

Generiere NC-Programm für KGM-Freiform Messung

Modus:  HEIDENHAIN-Kartext  DIN/ISO  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO

Programm-Name: KLEIDERBUEGELH

Messebene:  XY  YZ  ZX

Bahnbezeichnung:  
Kleiderbuegel  
Wählen/Eingeben...

Speichern Abbruch Hilfe

Senden mit TCP/IP...

- **Modus:** Wählen Sie hier das Format des NC-Programms.
- **Programmname:** Im TCP/IP-Modus hängen Sie an den Namen des NC-Programms die Extension .H/.I für HEIDENHAIN- oder DIN/ISO-Format an.
- **Messebene:** Klicken Sie auf die Messebene der Maschine.
- **Bahnbezeichnung - Wählen/Eingeben:** Hier wählen Sie das Programm der Kontur, die mit dem **KGM** aufgenommen werden soll. Ebenso können Sie hier das Messprogramm eingeben (siehe Punkt 10, Bahn erzeugen und eingeben).
- **Speichern:** Durch Anklicken können Sie das NC-Programm speichern.
- **Abbruch:** Durch Anklicken können Sie das Dialogfenster schließen.
- **Senden mit:** Wählen sie durch Anklicken die Betriebsart. Beginnen Sie die Programmübertragung erst dann durch Klicken auf **Ja**, wenn TNC und PC bereit sind. Es wird nun ein NC-Programm für die Freiformbahn generiert und in der Grundeinstellung in das Root-Verzeichnis der TNC übertragen. Bei TCP/IP-Übertragung öffnet sich ein Dateidialogfenster, in dem Sie das Zielverzeichnis auf der Steuerung auswählen können.



Die HEIDENHAIN-TNC antwortet nicht, wenn keine Netzwerkverbindung besteht.

# Messablauf KGF

## 12. Messung starten

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messung starten* bzw. Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster:

**KGM-Freiform Messung**

Messung 1     Messung 2  
 Messung 3     Messung 4

Skalierung Messgrafik:  
 fest     automatisch

P1:  mm     mm  
P2:  mm     mm

Bahnbezeichnung:

Messzeit:  
Sollzeit:  s  
max. Verweilzeit:  s  
Istzeit:  s   

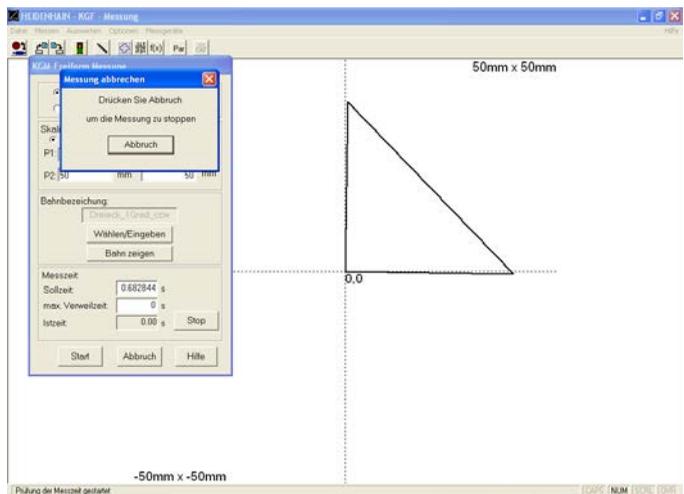
      

- **Messung 1 – 4:** Hier können Sie angeben, unter welcher Nummer Ihre Messung in der grafischen Darstellung erscheint.
- **Skalierung der Messgrafik:** Die Skalierung kann entweder von Ihnen **fest** als Quadrat mit den diagonalen Eckpunkten P1 (links unten) und P2 (rechts oben) vorgegeben werden, oder vom System **automatisch** gewählt werden.  
Eingabebereich P1, P2:            -10000 bis +10000 mm  
    -390 bis +390 Inch
- **Bahnbezeichnung –Wählen/Eingeben:** Hier wählen Sie das Programm der Kontur, die mit dem **KGM** aufgenommen werden soll. Ebenso können Sie hier das Messprogramm eingeben (siehe Punkt 10, Bahn erzeugen und eingeben).
- **Bahn zeigen:** Die programmierte Kontur, im Beispiel ein um 1° geneigtes Dreieck, können Sie am Bildschirm darstellen lassen.
- **Messzeit:** Die **Sollzeit** ist die berechnete Idealzeit, d.h. ohne Berücksichtigung des Anfahr- und Abbremsverhaltens der Werkzeugmaschine, die für eine Kontur benötigt wird.

Die **maximale Verweilzeit** ist die Zeit, die eine Maschine stillstehen darf, bevor von **ACCUM** die Messdatenerfassung eingestellt wird, was normalerweise nach 1 sec. erfolgt. Die maximale Verweilzeit wird vom vorhandenen NC-Programm übernommen. Ist diese Zeit zu kurz oder zu lang, können Sie die maximale Verweilzeit hier ändern.

Die **Istzeit** ist die Zeit, die von der Maschine für die programmierte Kontur tatsächlich benötigt wird. Diese Zeit wird zur Messwertaufnahme benötigt, und kann durch **Prüfen** erfasst werden, wonach sie automatisch während der Messung verwendet wird. Ohne Prüfen wird die Sollzeit, die man auch manuell überschreiben kann, bei der Messwertaufnahme verwendet.

• **Prüfen:** Nach Klicken auf diesen Knopf werden Sie zum Starten des Messprogramms auf der Maschine aufgefordert. Achten Sie hierbei auf eine korrekt eingestellte Vorschubgeschwindigkeit.



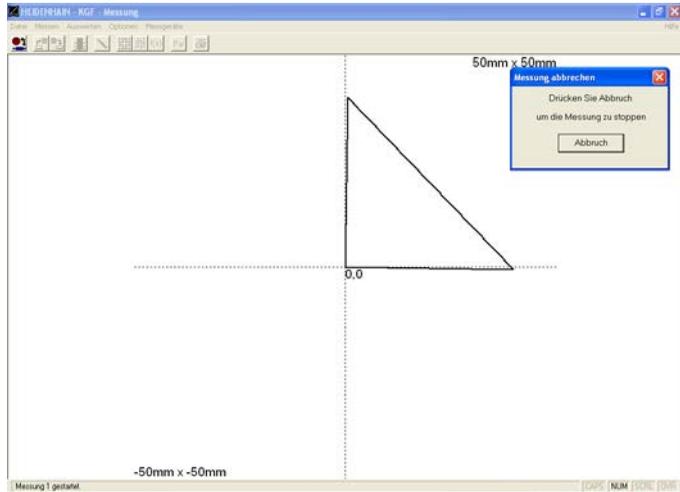
→ Klicken Sie auf **OK**.

Die Istzeit wird nun angezeigt, und steht dem System für die nun folgende Messung zur Verfügung.

→ **Start:** Nach Klicken auf diesen Knopf wartet **ACCUM** auf den Beginn der Messung.

→ Starten Sie nun das NC-Programm an der Werkzeugmaschine. In der Statuszeile zeigt **ACCUM** den Zustand der Messung an. Sie können die Messung mit **Abbruch** beenden.

# Messablauf KGF



Bevor Sie die Messung starten, muss der Abtastkopf des **KGM** auf dem Startpunkt der Messbahn stehen, da sonst die Soll- und Istbahn nicht miteinander vergleichbar sind.

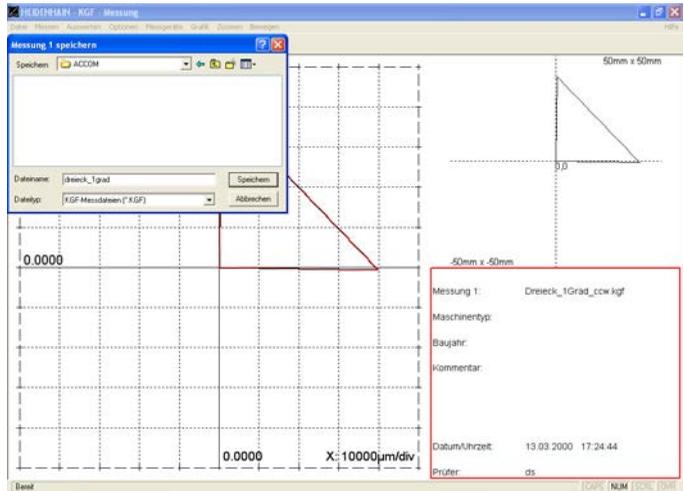
Wenn sich die Maschine nach Beendigung der Messung noch bewegt, sollte die Messung mit größerer Sollzeit wiederholt werden (unter Umständen erreicht die Maschine in der Realität nicht die eingestellte Vorschubgeschwindigkeit).

## Hinweis

Sie können auch eine beliebige Verfahrbewegung der Werkzeugmaschine messen, die nicht mit der in **ACCOM** eingegebenen Sollbahn identisch ist. Achten Sie hierbei nur auf die Dauer der Messung und die Größe des Startfensters (gibt an, ab welchem Verfahrweg die Messwertaufnahme beginnt). Diese Möglichkeit kann nützlich sein, wenn Sie komplizierte Bewegungen messen möchten, deren Programmierung in **ACCOM** zu schwierig wäre. Die Sollkontur passt in diesem Fall nicht zur Istkontur und kann nicht zu einer Konturzoomberechnung herangezogen werden.

## Datenspeicherung

Nach Beendigung der Messdatenerfassung erscheint auf dem Bildschirm das folgende Dialogfenster zur Datenspeicherung.



Über *Messen* > *Messung starten* können sie weitere Messungen starten.

# Messablauf KGF

---

## 13. Messung öffnen

→ Über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie Messdaten zur weiteren Auswertung und Darstellung laden. Es erscheint der folgende Bildschirm.



Da bis zu 4 Messungen gleichzeitig dargestellt werden können, haben Sie über dieses Dialogfenster die Möglichkeit, die Messungen in beliebiger Reihenfolge zu öffnen. Wenn Sie im Rahmen der weiteren Auswertung oder Darstellung neue Messkurven auf den Bildschirm holen möchten, so geschieht dies ebenfalls über diesen Menüpunkt.



Mit **Messung öffnen** werden die **Messungen** ins System **geladen**, dies ist **Voraussetzung für die Darstellung**. **Ob und wie die Messkurven dargestellt** werden **beeinflussen** Sie **über** den Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen* (siehe auch Kapitel 15, grafische Darstellung).

## 14. Rohdaten auswerten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Rohdaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Rohdaten der Messung betrachten.

**ACCUM** zeigt die Koordinaten der Messpunkte an.

**Rohdaten der Messung 1**

Kunde:  
Maschinentyp:  
SNr. / Baujahr: /

Achsisposition:  
X: 0 mm Y: 0 mm Z: 0 mm IV: 0 mm V: 0 mm

Dateiname: Dreieck\_1~.kgf Messart: KGF  
Messebene: XY Messpunktanzahl: 2638

Vermerk1:  
Vermerk2:  
Vermerk3:

Messdatum: 13.03.2000 17:24:44 Prüfer: ds

|   | X-Position [mm] | Y-Position [mm] |
|---|-----------------|-----------------|
| 1 | -0.001035       | -0.001523       |
| 2 | -0.000563       | -0.001555       |
| 3 | -0.000125       | -0.001574       |
| 4 | 0.000304        | -0.001586       |
| 5 | 0.000937        | -0.001598       |
| 6 | 0.001691        | -0.001625       |
| 7 | 0.002316        | -0.001641       |
| 8 | 0.003230        | -0.001661       |

Abbruch  
Hilfe

### Hinweis

Gespeicherte Messungen werden in einer ASCII-Datei abgelegt. Die Rohdaten sind darin zeilenweise und durch Tabulator getrennt abgelegt. Sie können diese Datei zur weiteren Bearbeitung auch in Programme wie Matlab, Origin, Open Office oder Microsoft Excel laden bzw. importieren.

Zum **Ausdrucken** der Rohdaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

# Messablauf KGF

## 15. Kenndaten auswerten nach ISO 10791-6 (K2, K3)

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Kenndaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Kenndaten für die nach ISO 10791-6 (K2, K3) gemessenen Bahnfolgen auswerten.

### • Auswertung nach ISO 10791-6 K2 - Vorschübe

**Kenndaten der Messung 1**

Kunde:  
Maschinentyp: Test machine  
SNr. / Baujahr: /

Achsposition:  
X: 0 mm Y: 0 mm Z: 0 mm IV: 0 mm V: 0 mm

Dateiname: iso10791k-.kgf Messart: KGF  
Messebene: XY Messpunktanzahl: 19230

| Kenndaten nach ISO 10791-6 (K2) Vorschübe |           |              |                 |
|---|-----------|--------------|-----------------|
| Sollvorschub:                             | Richtung: | Istvorschub: | Abweichung (%): |
| 100.00 mm/min                             | Vorwärts  | 100.33       | 0.33            |
| 100.00 mm/min                             | Rückwärts | 100.20       | 0.20            |
| 1000.00 mm/min                            | Vorwärts  | 1 002.92     | 0.29            |
| 1000.00 mm/min                            | Rückwärts | 1 003.55     | 0.36            |
| Max. Vorschub:                            | Vorwärts  | 4 007.88     | 0.20            |
| 4000.00 mm/min                            | Rückwärts | 4 012.47     | 0.31            |
| Eilgang:                                  | Vorwärts  | 4 007.88     | 0.20            |
| 4000.00 mm/min                            | Rückwärts | 4 012.47     | 0.31            |

Messdatum: 24.02.2003 15:53:17 Prüfer: DS

### • Auswertung nach ISO 10791-6 K3 - Interpolation von zwei Achsen

**Kenndaten der Messung 1**

Kunde:  
Maschinentyp:  
SNr. / Baujahr: /

Achsposition:  
X: 0 mm Y: 0 mm Z: 0 mm IV: 0 mm V: 0 mm

Dateiname: test\_k3.kgf Messart: KGF Linienlänge: 80 mm  
Messebene: XY Messpunktanzahl: 10000 Vorlauf: 10 %

| Abweichung nach ISO 10791-6 (K3) Interpolation von 2 Achsen |                      |                      |
|---|----------------------|----------------------|
| Maximale Abweichung:  | Vorwärts             | Rückwärts            |
| a) $\frac{dY}{dX} = 0.05$ (=2.86°)                          | 9.9500 $\mu\text{m}$ | 16.657 $\mu\text{m}$ |
| b) $\frac{dY}{dX} = 1$ (=45°)                               | 9.2723 $\mu\text{m}$ | 9.5353 $\mu\text{m}$ |
| c) $\frac{dX}{dY} = 0.05$ (=87.14°)                         | 18.010 $\mu\text{m}$ | 9.9184 $\mu\text{m}$ |

Messdatum: 24.02.03 14:44 Prüfer: DS

## 16. Grafische Darstellung der Freiformtests

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Grafikdarstellungen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Darstellungsweise der Messkurven auf dem Bildschirm festlegen.

- **Ausgabe:** Klicken Sie die darzustellenden Messungen an.
- **Darstellung - Normal:** Soll- und Istbahn werden im gleichen Maßstab dargestellt.
- **Darstellung - Konturzoom:** Die Abweichungen entlang der Kontur werden im Verhältnis zur Sollbahn vergrößert dargestellt, wobei Sie über den **Vergrößerungsfaktor** die Vergrößerung variieren können.
- **Darstellung – Vorschub über Kontur:** Der Bahnvorschub wird entlang der Sollbahnkontur dargestellt. Der Bahnvorschub kann über einen Vergrößerungsfaktor skaliert werden. Bei sehr kurzen Abtastzeiten wird der hochfrequente Anteil (> 500 Hz) des Vorschubs durch ein gleitendes Mittelwertfilter geglättet.
- **Ausgabeart - XY:** Die Kurve wird in der Messebene dargestellt. Sie können das Größenverhältnis zwischen den beiden Koordinatenachsen über den **XY-Skalierungsfaktor** variieren.

# Messablauf KGF

---

- **Skalierung:** Hier können Sie eine feste Skalierung für die Messgrafik einstellen.

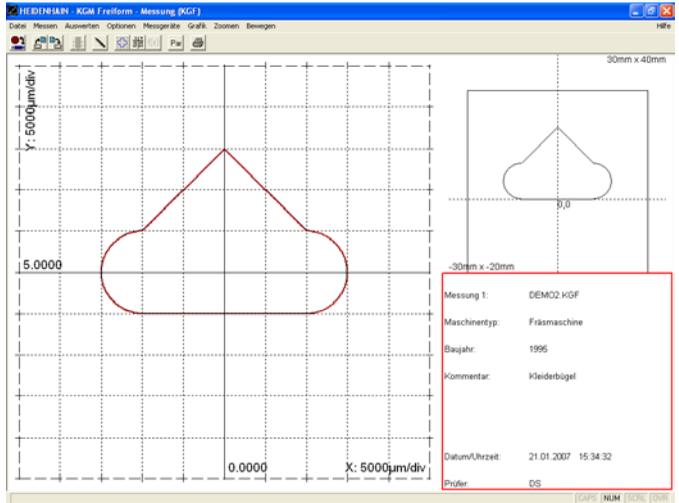
## Hinweis

Der XY-Skalierungsfaktor ist nützlich bei großen Aspektverhältnissen zwischen den Achsen.

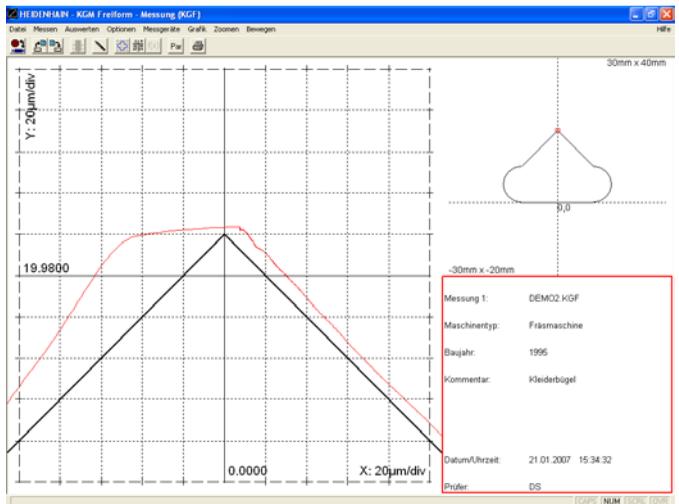
- **Ausgabeart - Xt/Yt/Zt:** Diese Darstellung der Kurve über die Messzeit kann nur bei **normaler Darstellung** gewählt werden. Durch den **Zeitfaktor** können Sie das Darstellungsverhältnis von Weg - zu Zeitachse (mm/div zu 1s/div) variieren.
- **Ausgabeart - Vt:** Diese Darstellung der Verfahrensgeschwindigkeit über die Messzeit kann nur bei **normaler Darstellung** gewählt werden. Durch den **Zeitfaktor** können Sie das Darstellungsverhältnis von Geschwindigkeit - zu Zeitachse (mm/min/div zu s/div) variieren.  
Bei sehr kurzen Abtastzeiten wird der hochfrequente Anteil (> 500 Hz) des Vorschubs durch ein gleitendes Mittelwertfilter geglättet.
- **Größe des Übersichtsfensters - fest:** Die Skalierung der Grafik wird als Quadrat mit den diagonalen Eckpunkten P1 (links unten) und P2 (rechts oben) fest vorgegeben.  
Eingabebereich P1, P2:           -10000 bis + 10000 mm  
  -390 bis +390 Inch
- **Aktive Sollbahn:** Hier wählen Sie die Messung aus, deren weitere Daten in der Legende angezeigt werden sollen.
- **Optionen im Modus Konturzoom:** Hier können Sie wählen wie ACCOM die vergrößerte Abweichung zur Sollbahn berechnen und anzeigen soll. (siehe [Optionen der Konturzoomdarstellung](#))

## Darstellung – Normal:

Soll- und Istbahn können im Verhältnis 1:1 **vergrößert**, **verkleinert** oder **verschoben** werden über die Menüpunkte *Zoomen* und *Bewegen*.



Über Klicken und Ziehen mit der Maus sowohl im rechten als auch im linken Bild können Ausschnitte vergrößert werden, im Beispiel unten die Spitze der Kontur.

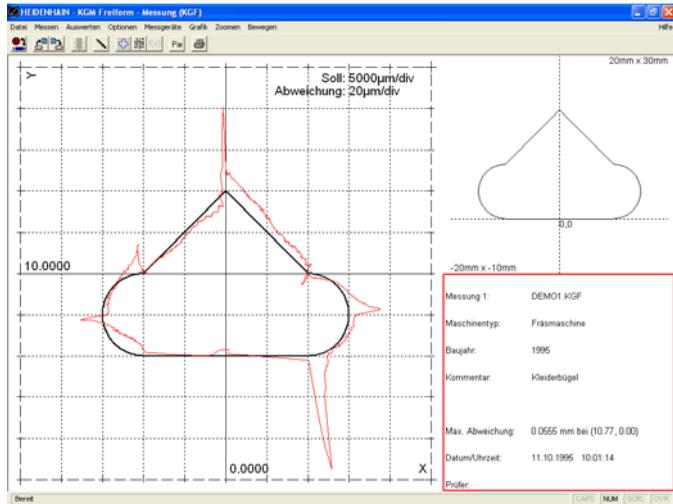


# Messablauf KGF

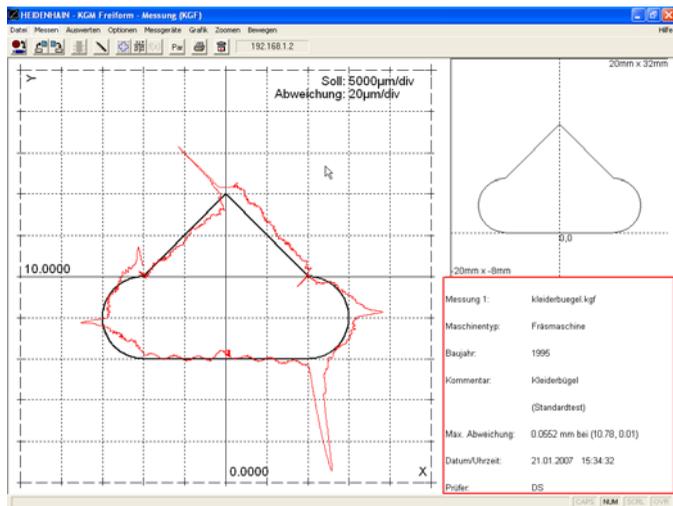
## Darstellung – Konturzoom:

In dieser Darstellungsart werden die Abweichungen auf die Konturelemente bezogen vergrößert dargestellt.

## Fluchtpunktvergrößerung in Ecken aktiviert (Option 1):



## Fluchtpunktvergrößerung in Ecken deaktiviert:



Ausschnitte der Kontur können **vergrößert**, **verkleinert** oder **verschoben** werden über die Menüpunkte *Zoomen* und *Bewegen*.

Über Klicken und Ziehen mit der Maus sowohl im rechten als auch im linken Bild können Ausschnitte vergrößert werden.

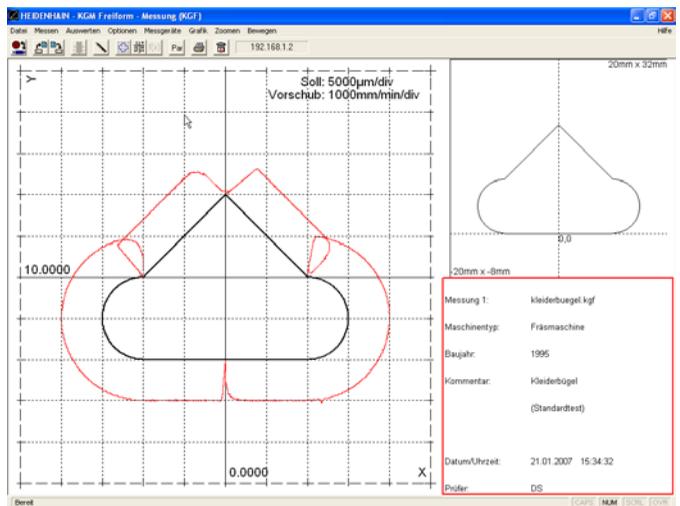
Neue Messungen können Sie über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol laden.



Bei einer zu großen Anzahl an Konturelementen kann es zu Berechnungsproblemen kommen.

## Darstellung – Vorschub über Kontur:

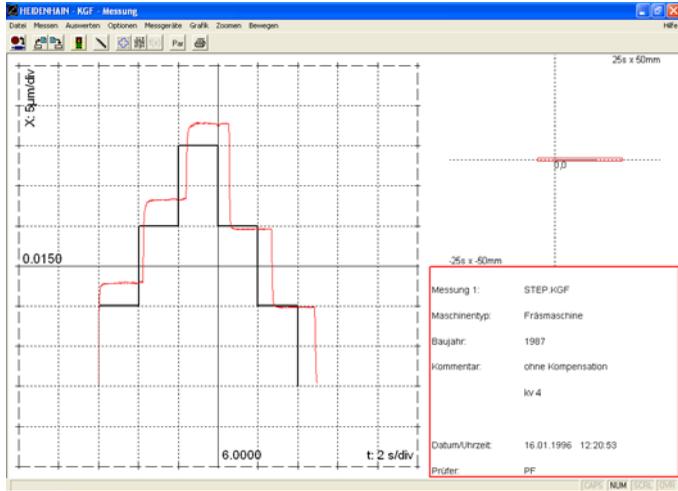
In dieser Darstellungsart wird der Bahnvorschub auf die Konturelemente bezogen skaliert dargestellt.



# Messablauf KGF

## Ausgabeart Xt / Yt / Zt:

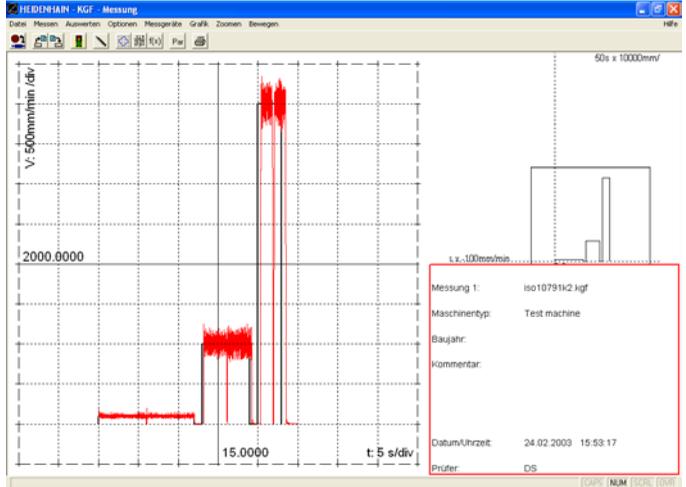
In dieser Darstellungsart kann der Verlauf des Weges über die Zeit dargestellt werden. Im Beispiel ist ein Step-Response-Test dargestellt, wie er zur Ermittlung des Überschwingverhaltens einer Achse samt Einflüssen der Haftreibung und der Untersuchung der Positionsgenauigkeit dient. Diesen Test führt man bei Maschinen für hochpräzise Bearbeitung durch, wo Schrittweiten von 0,01 bis 0,1 mm erforderlich sind.



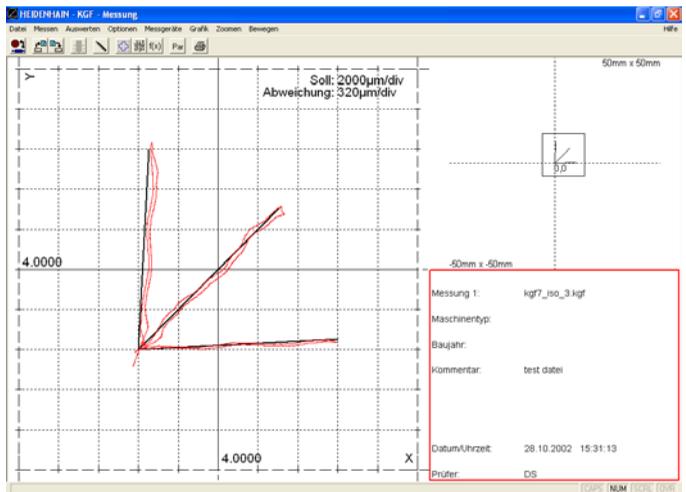
Neue Messungen können Sie über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol laden.

## Ausgabeart Vt:

In dieser Darstellungsart kann der Verlauf der Verfahrensgeschwindigkeit über die Zeit eingestellt werden. Im Beispiel eine Messung nach ISO 10791-6 K2.



## Konturzoom einer ISO 10791-6 K3 Messung



# Messablauf KGF

## Optionen der Konturzoomdarstellung:

Hier können Sie wählen wie ACCOM die vergrößerte Abweichung zur Sollbahn berechnen und anzeigen soll. Option 1, 2 und 7 gehen direkt in die Konturzoomberechnung ein. Die anderen Optionen sind reine Darstellungsoptionen.

The screenshot shows a dialog box titled "Optionen der Konturzoomdarstellung" with the following settings:

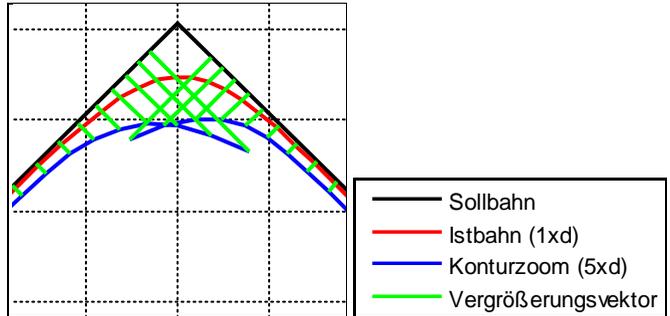
- 1. Fluchtpunktdarstellung:  Aktiv  
Relative Länge:
- 2. Vergrößerung am Anfang/Ende zu:  
 Gerade (Standard)  
 Ecke (ACCOM 3.1)
- 3. Eckenaussparung:  Aktiv  
Länge Aussparung:  mm
- 4. Darstellung bis/über Grenzwert:  
 Keine Begrenzung (Standard)  
 (a) bis zum Grenzwert  
 (b) über dem Grenzwert  
Grenzwert:  mm
- 5. Sollbahn zeichnen:  
 Ja (Standard)  
 Nein
- 6. Messungen zeichnen:  
 Alles (Standard)  
 (a) Nur Vorwärtsmessung  
 (b) Nur Rückwärtsmessung
- 7. Geschlossene Darstellung:  
 Aus (Standard)  
 (a) Geschlossene Darstellung  
 (b) Bestangepasst (zu Sollbahn)  
 (c) Geschlossen zu Referenzmessung:  
 (d) Bestangepasst zu Referenzmessung:  
 Messung 1  Messung 2  
 Messung 3  Messung 4

Buttons: OK, Abbruch, Hilfe

**1. Fluchtpunktvergrößerung (ab ACCOM 3.1):** Durch Anwahl der Fehlervergrößerung im Bereich der Ecken auf einen auf der Winkelhalbierenden liegenden Fluchtpunkt kann die Abweichung im Bereich der Ecken für bestimmte Sollbahngeometrien optimiert dargestellt werden.

• **Relative Länge:** Hier wird der Abstand des Fluchtpunktes zur Ecke relativ zur kürzesten angrenzenden Linie angegeben. Diese Länge gibt den Bereich an für den die Fluchtpunkt-methode verwendet wird.  
Eingabebereich: 0.01 bis 0.25

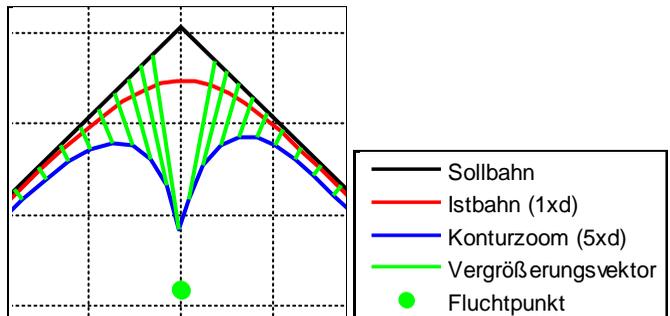
Wenn die Fluchtpunktvergrößerung deaktiviert ist, berechnet ACCOM die Fehlervergrößerung im gesamten Bahnbereich gleich. Das bedeutet dass der kürzeste Abstand zur Sollbahn bestimmt und vergrößert dargestellt wird. Dies entspricht der Vergrößerungsdarstellung in allen früheren ACCOM Versionen. Folgendes Beispiel zeigt die Konturzoomfunktionalität an einer Ecke ohne die Fluchtpunktvergrößerung. Der Vergrößerungs-faktor beträgt hier 5.



## Hinweis

Da die Vergrößerung auf die Konturelemente bezogen ist, sind die un stetigen Übergänge (Ecken) zwischen den Elementen nicht definiert. Es wird keine Verbindungslinie an dieser Stelle gezeichnet. Mit dieser Methode wird im Bereich von Ecken meist ein zu kleiner Abstand zur Sollbahn ausgegeben.

Folgende Grafik zeigt prinzipiell die Vorgehensweise zur Berechnung der vergrößerten Abweichung mit der Fluchtpunktvergrößerung (Option 1). Der Vergrößerungsfaktor beträgt hier 5.



## Hinweis

Die Fluchtpunktvergrößerung verzerrt die Vergrößerung kontinuierlich innerhalb des Bereiches, der zwischen den Fluchtpunktloten auf die angrenzenden Bahnstücke und der Ecke liegt.

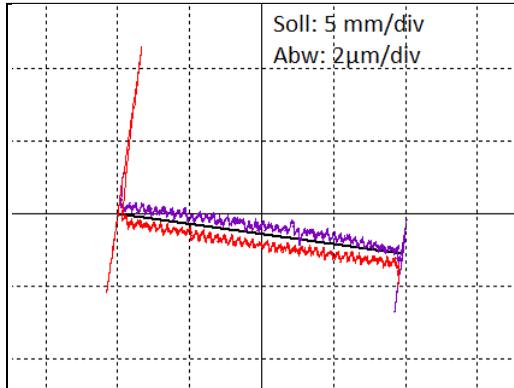
## Hinweis

Wenn der Vergrößerungsfaktor zu groß bzw. der Abstand des Fluchtpunktes zur Ecke zu klein gewählt ist, dann spiegelt sich ein Teil der vergrößerten Messkurve im Fluchtpunkt.

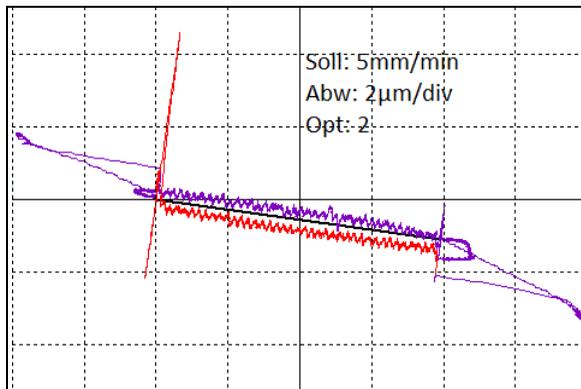
# Messablauf KGF

## 2. Vergrößerung am Anfang/Ende:

Standardverhalten der Konturzoomdarstellung am Anfang/Ende der Bahnfolge (und an Umkehrpunkten): Die Istbahn wird senkrecht zur verlängerten Sollbahn vergrößert dargestellt (ähnlich in älteren ACCOM Versionen). Diese Darstellung ist zu bevorzugen, wenn nur die Abweichungen senkrecht zur Sollbahn relevant sind.

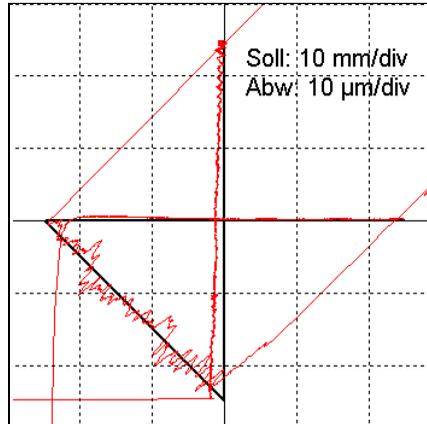


Alternativ dazu kann das Verhalten von ACCOM 2.8-3.1 weiter verwendet werden. Hier wird am Anfang/Ende der Bahnfolge zum Anfangs- oder Endpunkt hin vergrößert, also der tatsächliche Abstand (2D) zum Anfangs- oder Endpunkt vergrößert gezeichnet.

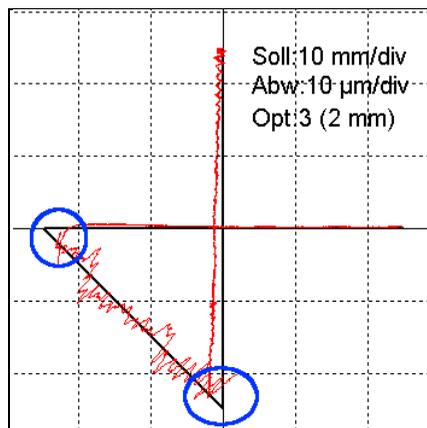


### 3. Eckenaussparung:

Es kann an Bahnelementübergängen ein Bereich für die Vergrößerung ausgeblendet werden, um störende dominierende Abweichungen an Konturübergängen in der Darstellung zu vermeiden. Dies kann z.B. bei sehr großen Vergrößerungen zum Beurteilen von Schwingungen günstiger sein.



Standarddarstellung



Option 3: Eckenaussparung aktiv (Im Beispiel 2 mm)

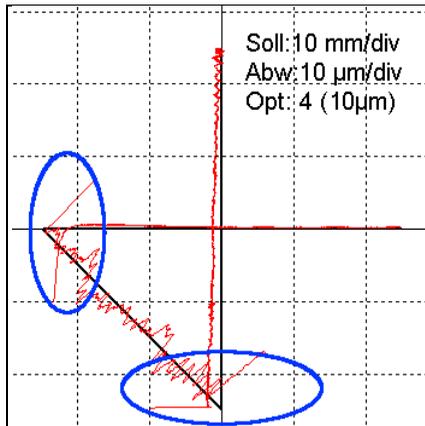
- **Länge Aussparung:** Hier können Sie die Länge der Aussparungen an den Bahnübergängen (Ecken) eingeben. Eingabebereich: 0.001 bis 10.0

### Hinweis

Option 1 und 3 schließen sich gegenseitig aus.

## 4. Darstellung bis/über Grenzwert:

a) Es kann eine Obergrenze für die Vergrößerungsdarstellung angegeben werden. Istdaten die eine größere berechnete Abweichung zur Sollbahn aufweisen, werden in der Darstellung ausgeblendet.



Option 4a: Darstellung bis zum Grenzwert (hier 10µm)

b) Es kann hier ebenso eine Untergrenze für die Vergrößerungsdarstellung angegeben werden. Istdaten die eine kleinere berechnete Abweichung zur Sollbahn aufweisen, werden in der Darstellung ausgeblendet. Somit können z.B. Konturverletzungen über einer vorgegebenen Toleranz angezeigt werden.

- **Grenzwert:** Hier können Sie eine Ober- oder Untergrenze für Konturzoomdarstellung eingeben.  
Eingabebereich: 0.0001 bis 1.0

## 5. Sollbahn zeichnen:

In der Standarddarstellung wird die Soll- und Istbahn gezeichnet. Mit dieser Option kann das Zeichnen der Sollbahn verhindert werden. Dies kann vorteilhaft sein, wenn man in einer Vergleichsmessung (langsamer Vorschub/schneller Vorschub) vor allem dynamische Effekte beurteilen und die globalen geometrischen Fehler ausblenden möchte.

## 6. Messungen zeichnen:

In der Standarddarstellung wird immer die komplette Messung gezeichnet. Wenn in der Sollbahn mindestens ein Umkehrpunkt definiert ist, kann mit dieser Option nur der Vorwärts- oder Rückwärtsteil der Messung gezeichnet werden.

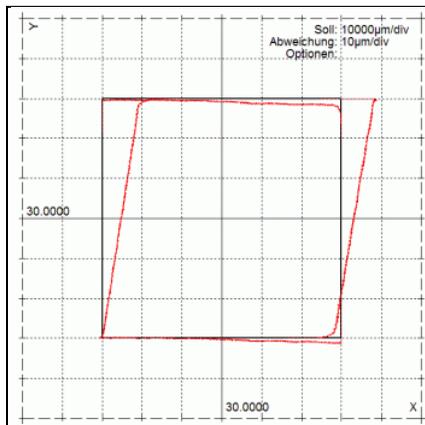
## 7. Geschlossene Darstellung:

Statt der im Standardkonturzoom dargestellten Abweichungen senkrecht zu den Sollbahnelementen kann auch eine geschlossene Darstellung (7a) gewählt werden, die die komplette Konturabweichung geschlossen vergrößert darstellt. Dies ermöglicht das einfachere Ablesen von den globalen Fehlern zur Sollbahn: Achsoffsets, Achsskalierungen, Rechtwinkligkeit und Rotation.

Bei dieser Darstellung sind die Abweichungen vor allem an Bahnübergängen – im Gegensatz zum Standardkonturzoom in ACCOM - nicht mehr senkrecht zur Sollbahn dargestellt. Als Zwischenschritt für die geschlossene Darstellung wird eine Bestanpassungsberechnung durchgeführt. Hier wird auf die minimale Abweichung der Gesamtmessung optimiert. Mit Option 7b kann die bestangepasste Konturabweichung auch dargestellt werden.

### Beispiel

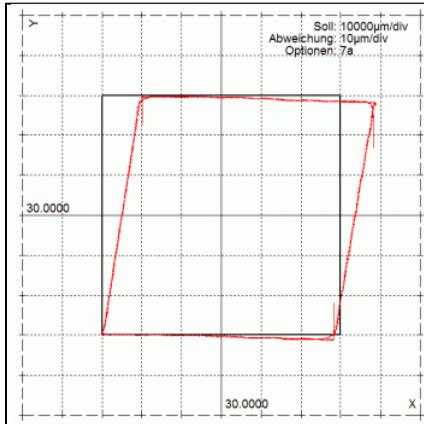
Die nachfolgende einfache Kontur (Quadrat) zeigt anschaulich die Option „Geschlossene Darstellung“. Die Bestanpassung (Fehlerminimierung) funktioniert bei dieser Messung sehr gut.



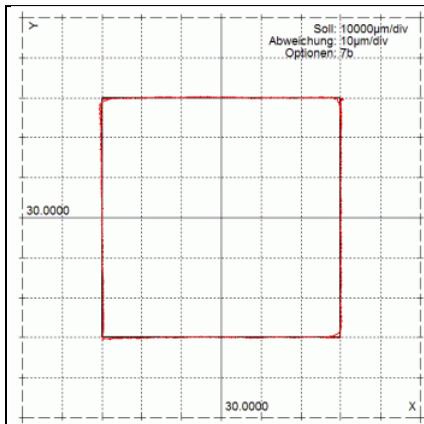
Standarddarstellung

# Messablauf KGF

---



Option 7a: Geschlossene Darstellung



Option 7b: Bestangepasste Darstellung

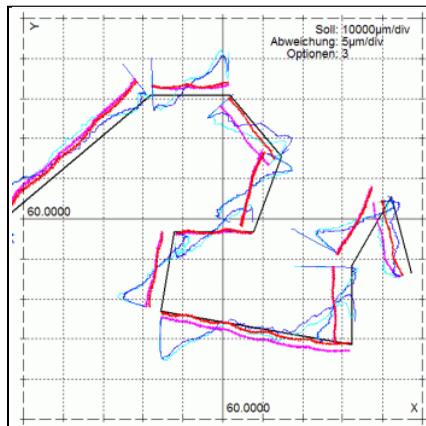
## Hinweis

Die geschlossene Darstellung kann Nachteile haben, wenn die Bestanpassung ungünstige Eingangsdaten (Messdaten) bekommt. Diese Darstellungsform kann deshalb nicht generell für alle Sollbahnen und Messdaten empfohlen werden.

Bei mehreren Messungen (unterschiedliche Vorschübe oder Konturen) kann die geschlossene Darstellung für alle Messungen die Bestanpassungsberechnung einer Referenzmessung nutzen (Option 7c und 7d). Dies ist besonders vorteilhaft, wenn man dynamische Effekte von geometrischen Effekten getrennt darstellen möchte. Die Bestanpassungsberechnung sollte in diesem Fall für eine langsame Referenzmessung durchgeführt werden. Weitere schnelle Messungen nutzen die Bestanpassungsberechnung der Referenzmessung zur geschlossenen Vergleichsdarstellung von dynamischen Abweichungen. Das Unterdrücken der globalen geometrischen Abweichungen zur besseren Darstellung von dynamischen Abweichungen kann mit Option 7d angewählt werden. Auch hier wird eine langsame Referenzmessung verwendet.

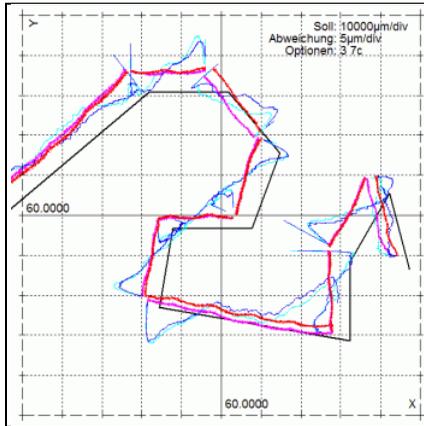
## Beispiel

Die nachfolgende Kontur („Alleck“) zeigt die Option „Geschlossene Darstellung mit Referenzmessung“. Die Bestanpassung (Fehlerminimierung) der Referenzmessung funktioniert bei dieser Messung ebenfalls sehr gut. Es ist jeweils die Referenzmessung (rot/rosa,  $F=200$  mm/min) und eine dynamische Messung (blau/hellblau,  $F = 15000$  mm/min) mit einem Vorwärts- (rot und blau) und Rückwärtsanteil (rosa und hellblau) eingezeichnet. Zur besseren Visualisierung ist zusätzlich die Option 3 mit 0.3 mm Eckenausparung aktiv.

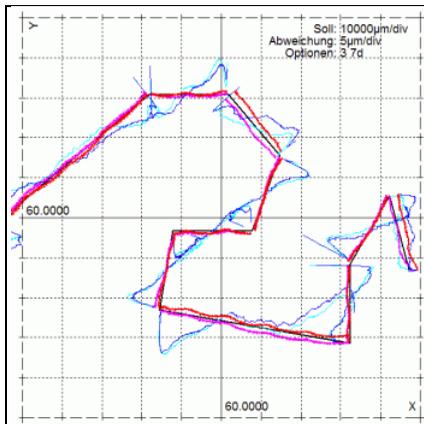


Standarddarstellung

# Messablauf KGF



Geschlossene Darstellung mit Referenzmessung



Bestangepasste Darstellung mit Referenzmessung

## Hinweis

Für die Darstellungsoptionen 7a-d (geschlossene und bestangepasste Darstellung) gilt:  
Die Verzerrung der vergrößerten Konturabweichungen kann zu einer Fehlinterpretation der tatsächlichen Abweichungen führen. Dies gilt insbesondere für die Optionen 7b und 7d, da hier nach der Bestanpassungsrechnung der globale Fehler eliminiert wird. Die Optionen 7a-d sollten in erster Linie ein Darstellungshilfsmittel sein. Mit Option 7a und einfachen Konturen (Quadrat oder Kreuz) liegen die Abweichungen der geschlossenen Darstellung meist nahe an den berechneten Konturabweichungen der Standarddarstellung. Größere Abweichungen in den Messdaten führen bei der Bestanpassungsberechnung allerdings dazu, dass die Gesamtkontur verzerrt dargestellt wird. Das Ablesen der tatsächlichen Konturabweichung sollte möglichst in der Standarddarstellung durchgeführt werden.

## Hinweis

Die aktiven Optionen der Konturzoomdarstellung werden in der grafischen Auswertung angezeigt.

# Messablauf KGF

---

## Auswertung Konturabweichungen und Bahnzeit

Der Vergleich mehrerer Messungen hinsichtlich einer größeren oder kleineren Gesamtabweichung ist nicht immer objektiv möglich. Einzig die Maximalabweichung an einer Stelle kann genau angegeben werden. Unterschiedliche dynamische Einflüsse können diesen Einzelwert aber so stark beeinflussen, dass hier eine generelle objektive Aussage fragwürdig ist. Die Fläche zwischen der Messung und der Sollbahn liefert ein objektiveres Vergleichsergebnis (mittlere Abweichung). Um Rauscheffekte zu unterdrücken, bietet sich hier als alternative Bewertungszahl die effektive Abweichung an. Hierbei gehen kleine Abweichungen weniger stark in den Mittelwert (Bewertungszahl) ein.

Eine Werkzeugmaschine ist in der Regel zum Messzeitpunkt nicht optimal kompensiert. Unvollständige lineare bzw. nichtlineare Achsfehlerkompensationen, Kinematikfehler und fehlende Temperaturkompensationen beeinflussen die Bewertungszahl der mittleren und effektiven Bahnabweichung einer KGM-Messung aber besonders stark. Um eine objektive Bewertungszahl zu berechnen, muss in der Regel die Messung über eine Bestanpassungsrechnung (2 Offsets, 2 Skalierungen, 1 Rechtwinkligkeit und 1 Gesamtdrehung) zur Sollbahn angepasst werden. Besonders vorteilhaft ist diese Variante, wenn vor einer dynamischen Messung eine langsame Referenzmessung durchgeführt wird, deren Bestanpassungsparameter anschließend auch für die Anpassung der dynamischen Messung verwendet werden. Mit dieser Methode kann auch an einer unvollständig kompensierten Maschine das dynamische Verhalten verglichen werden.

Im Dialogfenster werden folgende Werte angezeigt:

### **Maximale Bahnabweichung:**

Maximale Bahnabweichung aller Messpunkte

### **Bahnzeit:**

Bahnzeit, ermittelt aus den Messdaten bis zum Stillstand (maßgeblich ist hier das Stillstandsfenster aus den Messparametern)

### **Bewertungszahlen Mittlere und effektive Abweichung**

#### **Mittlere Bahnabweichung:**

Mittlere Bahnabweichung aller Messpunkte bis zum Stillstand (Absolutwert der Abweichungen)

$$\text{dev\_m} = \text{summe}(\text{da} \cdot \text{dl}) / l$$

## Effektive Bahnabweichung:

Effektive Bahnabweichung aller Messpunkte bis zum Stillstand (RMS-Wert)

$$\text{dev\_eff} = \text{wurzel}(\text{summe}(\text{da} \cdot \text{da} \cdot \text{dl}) / l)$$

**Auswertung Konturabweichungen und Bahnzeiten**

|            | Maximale Bahnabweichung            |  | Bahnzeit                             |     |
|------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|-----|
| Messung 1: | <input type="text" value="1.239"/> | [µm] bei <input type="text" value="102.45mm/64.76mm"/> | <input type="text" value="194.058"/> | [s] |
| Messung 2: | <input type="text" value="7.397"/> | [µm] bei <input type="text" value="-3.47mm/20.36mm"/>  | <input type="text" value="6.180"/>   | [s] |
| Messung 3: | <input type="text"/>               | [µm] bei <input type="text"/>                          | <input type="text"/>                 | [s] |
| Messung 4: | <input type="text"/>               | [µm] bei <input type="text"/>                          | <input type="text"/>                 | [s] |

|            | Mittlere Abweichung                | Effektive Abweichung                    |  |
|------------|------------------------------------|---|--|
| Messung 1: | <input type="text" value="0.293"/> | [µm] <input type="text" value="0.373"/> | <input type="button" value="Speichern"/> |
| Messung 2: | <input type="text" value="1.616"/> | [µm] <input type="text" value="2.052"/> | <input type="button" value="Schließen"/> |
| Messung 3: | <input type="text"/>               | [µm] <input type="text"/>               |  |
| Messung 4: | <input type="text"/>               | [µm] <input type="text"/>               | <input type="button" value="Hilfe"/>     |

Aktive Optionen: 3 - 0.600mm, 7d - Bestangepasste Darstellung zu Messung 1

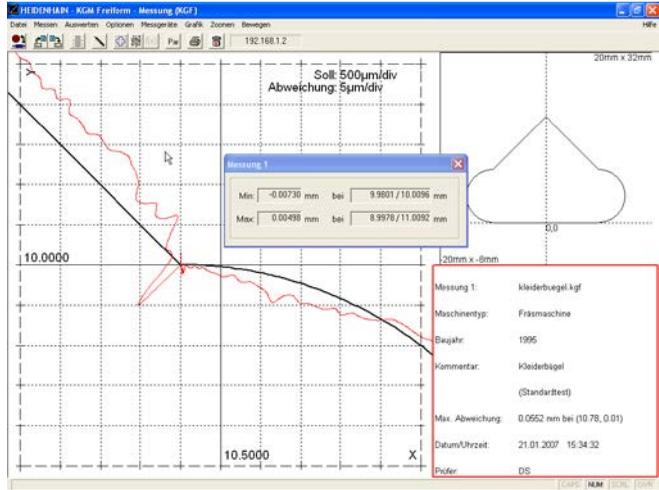
## Hinweis

Im Statusfensterbereich wird die verwendete Methode bei der Berechnung der Konturabweichung dokumentiert.

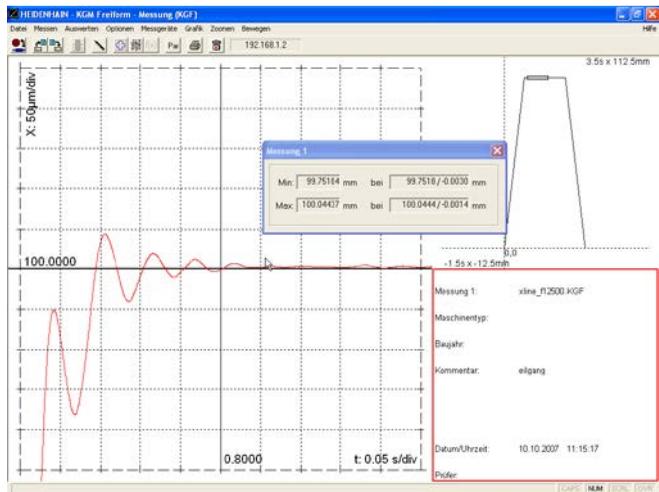
# Messablauf KGF

## Aktuelle Auswertung

Im Darstellungsmodus Konturzoom werden die beidseitigen maximalen Abweichungen bezogen auf den aktuellen Ausschnitt mit Angabe der Position angezeigt. Das Vorzeichen wird durch die Bewegungsrichtung bestimmt. Abweichungen in Bewegungsrichtung rechts werden positiv angezeigt!



Im Darstellungsmodus Xt (Yt / Zt) werden die minimale und maximale Position angezeigt.



## Farbeinstellungen der Grafik

Wenn Sie die **Farbeinstellungen der Grafik** ändern wollen, können Sie über den Menüpunkt *Optionen > Farbeinstellungen* die Farbe der Messkurven, des Koordinatensystems und des Grafikhintergrundes einstellen. Für die Messkurven können je 2 Farben definiert werden. Die 2 Farben je Messung werden alternierend nach jedem Umkehrpunkt verwendet.

## Optionen speichern/laden

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen speichern* können Sie diese Einstellungen speichern.

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen laden* können Sie diese Einstellungen aufrufen.

## Messgrafik exportieren

Wenn Sie die **Messgrafik** ohne Protokoll **als Datei exportieren** möchten, können Sie diese im *Menüpunkt Grafik > Speichern* als Bitmap speichern.

## Grafik drucken

**Drucken** können Sie die Grafik über den Menüpunkt *Grafik > Drucken*. **Druckereinstellungen** können über den Menüpunkt *Datei > Druckereinrichtung* geändert werden.

## Messung speichern

Falls Sie **Änderungen am Protokoll** vornehmen, können Sie diese über den Menüpunkt *Datei > Messung speichern* bzw. durch Klicken auf das Symbol **abspeichern**.

Alternativ können Sie auch über den Menüpunkt *Datei > Alle Messungen speichern* die Messdateien speichern.

## Bildschirm leeren

Falls Sie die Messkurven vom Bildschirm entfernen wollen, können Sie über den Menüpunkt *Grafik > Schließen* den **Bildschirm leeren**.

# Messablauf KGF

## Messprotokolle ändern

Falls Sie die **Messprotokolle ändern** möchten, können Sie über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* oder durch Klicken auf das Symbol das entsprechende Protokoll auswählen.

| Protokoll der Messung 1   |              |
|---|--------------|
| Kunde:  | Mustermann   |
| Maschinentyp:   | Fräsmaschine |
| SNr. / Baujahr:   | 12345 / 1995 |
| Vermerk 1:  | Kleiderbügel |
| Vermerk 2:  |              |
| Vermerk 3:  |              |
| Prüfer:   | DS           |
| HEIDENHAIN Referenzmessgerät: KGM 182   |              |
| Identnummer:  | 349166-02    |
| Seriennummer:   | X1234567890  |
| Achsposition X:   | 150.325 mm   |
| Achsposition Y:   | -452.359 mm  |
| Achsposition Z:   | 204.125 mm   |
| Achsposition IV:  | 0 mm         |
| Achsposition V:   | 0 mm         |
| Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?<br><input checked="" type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein |              |
| OK Abbruch Hilfe  |              |

## Messablauf VM Linearmessung (VML)

### Maschinenreinigung

→ Reinigen Sie bitte sorgfältig den Bereich der Werkzeugmaschine an dem die Messungen durchgeführt werden, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen. Achten Sie insbesondere auf Späne und Schmiermittel- bzw. Ölreste, welche auf das Messgerät herabfallen könnten!



Geben Sie dem verwendeten Messgerät Zeit, sich an die Umgebungstemperatur anzupassen, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen! Sie vermeiden damit thermisch bedingte Fehler.

### Testprogramm

Ein typisches Testprogramm zur Linear-Vergleichsmessung mit Rückwärtszyklus könnte bei Maschinen ohne HEIDENHAIN-Steuerung (mit HEIDENHAIN-Steuerung kann das Maschinenprogramm direkt aus **ACCOM** übertragen werden) folgendermaßen aussehen, wobei die Bewegung nur achsparallel zur Messachse erfolgen darf:

**Teil 1, Vorwärtszyklus:** Der Messkopf steht zu Beginn auf dem Umkehrpunkt. Vorwärtsbewegung zum Nullpunkt, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes.

Vorwärtsbewegung zur nächsten Position, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes,..., letzte Position, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes.

**Teil 2, Rückwärtszyklus:** Bewegung um den Umkehrweg nach vorwärts, Verweilzeit, Rückwärtsbewegung zur letzten Position, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes, Rückwärtsbewegung zum vorletzten Punkt, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes,..., Nullpunkt, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes.

**Eventuelle weitere Zyklen:** Analog zum 1. Vorwärtszyklus würde dieser Zyklus auch mit einer Bewegung um den Umkehrweg nach rückwärts beginnen.



Vergewissern Sie sich, dass nicht eventuell „vergessene“ Kompensationsdaten in der Steuerung abgelegt sind, die eine Bewegung vertikal zum Messgerät verursachen oder die Messergebnisse verfälschen könnten. Der Messkopf darf sich nicht verdrehen. Probieren Sie eventuell das Maschinenprogramm ohne Messgerät aus.

# Messablauf VML

---

## Messaufbau

→ Vergewissern Sie sich, dass die PC-Zählerkarte **IK 220** entsprechend den Vorgaben des Benutzerhandbuches in Ihrem PC installiert wurde. Alternativ dazu können Sie die **EIB 741** verwenden. Achten Sie hierbei auf eine gültige Netzwerkverbindung entsprechend dem **EIB 741** Benutzer- und Installationshandbuch (Adresse und Netzmaske der TCP/IP Verbindung). Schließen Sie bei der **EIB 741** die Messkabel an X11 und X12 an.

Montieren Sie jetzt das **KGM** oder **VM** entsprechend den Vorgaben der Montageanleitung. Verwenden Sie bei der Montage des **KGM** keine Schrauben, deren Köpfe über das Niveau des Kreuzgitters hinausragen! Das **VM** sollten Sie mit Hilfe einer Messuhr auf ca. 10µm achsparallel ausrichten.



Bedenken Sie beim Anschließen der Messkabel, dass die Werkzeugmaschine sich während der Tests bewegt, geben Sie also ausreichend Lose!

→ **Vor dem Start von ACCOM** stecken Sie den beigelegten USB-Hardlock mit Id.-Nr. 590255-01 oder 590255-02 an eine freie USB Schnittstelle.

Nach Aufrufen des **ACCOM**-Programmes gehen Sie wie folgt vor:

## 1. Messverfahren wählen

Nach dem Aufrufen von **ACCOM** erscheint das Dialogfenster, in dem Sie die Messarten auswählen können.

→ Klicken Sie bitte auf den Knopf **VM Linear-Messung**, um den entsprechenden Programmteil zu starten.

Mit dem Menüpunkt *Datei > Messverfahren wählen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie später auch aus dem laufenden Programm die einzelnen Messarten auswählen.

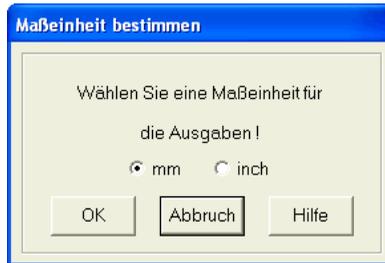


# Messablauf VML

---

## 2. Maßeinheit bestimmen

→ Über den Menüpunkt *Optionen > Maßeinheit* legen Sie die gewünschte Maßeinheit fest. Schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**.



## 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte vornehmen

→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Messgerät* stellen Sie die Parameter des verwendeten Messgerätes ein.

- **Signalperiode:** Hier stellen Sie die Signalperiode (die einer Signalperiode entsprechende Distanz in  $\mu\text{m}$ ) des von Ihnen verwendeten Messwertaufnehmers ein. Die Signalperiode ist bereits auf  $4\mu\text{m}$  voreingestellt.

Eingabebereich: 0.1 bis  $20\mu\text{m}$

- **Messgerät:** Wählen Sie das verwendete Messgerät aus.

- **Zählrichtung 2. zu 1. Achse (nur VM 182):** Hier können Sie manuell die Zählrichtung für die Orthogonalachse des **VM 182** eingeben. Je nach Anbau des **VM 182** ist die Zählrichtung der zweiten Messrichtung an die Maschinenachsrichtungen anzupassen.



→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Zählerkarte* stellen Sie die Parameter der Hardware, also der PC-Zählerkarte ein.

- **Typ Zählerkarte:** Hier wählen Sie den Typ der von Ihnen verwendeten Zählerkarte.

- **Signaleingang:** Hier wählen Sie die Art der Messsignale.

- **Adresse EIB 741:** Hier geben Sie die IP Adresse der **EIB 741** an (siehe **EIB 741**-Benutzerhandbuch). Alternativ kann auch der DHCP Hostname der **EIB 741** in einem Netzwerk eingegeben werden. Allerdings sind hier bei hohen Datenraten Verluste von Datenpaketen möglich (nicht zu empfehlen). Bei der **IK 220** entfällt diese Einstellung.

- **Automatische Verbindung beim Programmstart (nur EIB 741):** Wenn angewählt stellt ACCOM beim nächsten Programmstart die Verbindung zur **EIB 741** automatisch her. Dies setzt eine gültige Netzwerkverbindung voraus!

- **Prüfen (IK 220):** Hier können Sie anschließend die Funktionsfähigkeit der Karte überprüfen.

- **Verbinden/Trennen (EIB 741):** Die **EIB 741** kann hier mit dem PC verbunden werden.

# Messablauf VML

---

**Einstellungen für Zählerkarte**

Typ Zählerkarte:  IK220  EIB741

Signaleingang:  1Vss  11 µAss

Adresse:

Automatische Verbindung bei Programmstart



Vergewissern Sie sich, dass Sie Typ, Adresse, und Signaleingang der Zählerkarte richtig eingetragen haben. Ist die Signalperiode nicht korrekt eingestellt, so werden die Distanzen zu groß oder zu klein gemessen.

## Hinweis

Nur **EIB 741**: Schließen Sie das Messgerät an die Eingänge X11 und X12 an.

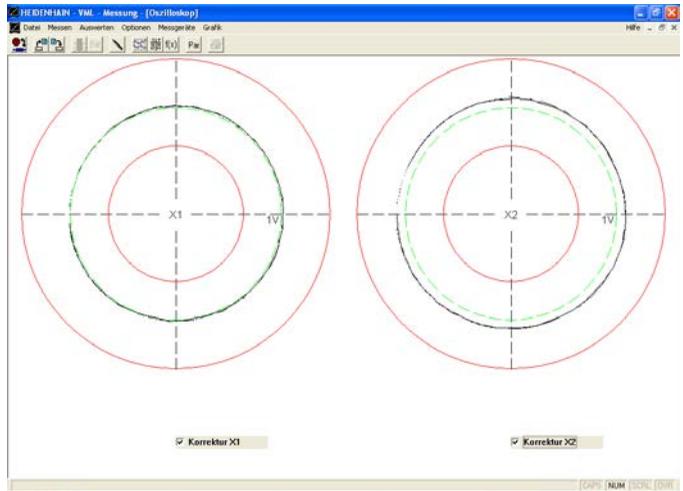


Wenn Sie Probleme haben, von der Zählerkarte Daten zu empfangen, überprüfen Sie mittels der auf der Treiber-CD mitgelieferten Testprogramme, ob die Nutzung der Karte möglich ist.

## 4. Feinjustage des Messkopfes

### Oszilloskop

→ Über den Menüpunkt *Messgeräte > Oszilloskop* können Sie die an der PC-Zählerkarte ankommenden Messsignale als Lissajous-Figuren am Bildschirm darstellen, die Sie für den Feinabgleich des Messgerätes benötigen (siehe Montageanleitung des **KGM** bzw. **VM**).



Die Messsignale werden für die Richtungen I und II in der Oszilloskopdarstellung (für die Messsignale  $0^\circ$  el. und  $90^\circ$  el.) angezeigt.

→ Verfahren Sie **bei Verwendung des KGM** mit dem Werkzeugmaschinenschlitten langsam und gleichmäßig in diagonaler Richtung. Mit Hilfe der Justierschrauben am Messkopf stellen Sie die Signalstärke ein. Die Messsignal-Amplitude liegt idealerweise nahe der grünen Kreisbahn (1V<sub>ss</sub>) zwischen den roten Begrenzungskreisen.

Ist das Messsystem-Signal zu groß oder zu klein, so erscheint in der Statusleiste des **ACCOM**-Bildschirms **Amplitude zu groß / zu klein**.

# Messablauf VML

---

## Messsignale optimieren

→ **ACCUM** kann durch automatischen Signalabgleich die **Messsignale** für höchste Genauigkeitsansprüche **optimieren**. Klicken Sie dazu in die Kästchen **Korrektur X1 (X11)** und **Korrektur X2 (X12)** und verfahren **bei Verwendung des KGM** den Maschinenschlitten gleichmäßig und **langsam in diagonalen Richtung, bei Verwendung des VM nur in achsparalleler Richtung**. Schalten Sie danach diese Funktion durch nochmaliges Klicken auf die beiden Kästchen Korrektur X1 (X11) und Korrektur X2 (X12) wieder aus, und gehen zum nächsten Punkt der Anleitung weiter.



Wird eine zu geringe Signalstärke angezeigt, so kontrollieren Sie, ob die Einstellungen für das Messgerät stimmen, und das Messsystem installiert ist, und starten anschließend **ACCUM** neu. Lösen und fixieren Sie die Anschlüsse nur nach Beendigung von **ACCUM**!

## Positionsanzeige

Über den Menüpunkt *Messgeräte* > *Positionsanzeige* können Sie die Positionsanzeige für das angeschlossene Messsystem aufrufen, und z.B. die positive Zählrichtung des **KGM/VM** überprüfen. Rufen Sie diese Funktion nach Setzen der Position (siehe Punkt 8, Bezugspunkt setzen) auf, so sollten Sie vor Testbeginn nochmals überprüfen, ob Ihr Nullpunkt korrekt eingestellt ist, und diesen gegebenenfalls neu setzen.

Positionsanzeige

|      |           |
|------|-----------|
| X11: | 0.0003 mm |
| X12: | 0.0020 mm |

## 5. Messparameter einstellen

→ Durch Aufrufen des Menüpunktes *Optionen > Parameter der Messung* oder durch Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, wo Sie die **Parameter der Messung** einstellen.

- **Messachse:** Wählen Sie hier die verwendete Messachse.
- **Orthogonalachse:** Bei Verwendung des **KGM** oder des **VM 182** kann hier die Orthogonalachse gewählt werden.
- **Anzahl der Positionen:** Wird automatisch bei der Festlegung der Soll-Positionen bestimmt.
- **Festlegung der Soll-Positionen:** Grundsätzlich haben Sie die Wahl zwischen 4 Möglichkeiten:

**1./2. Punkt**

**1./letzter Punkt**

**1. Punkt/Schrittweite**

**alle Punkte**

**1./2. Punkt:** Nach Klicken auf den Knopf geben Sie im folgenden Dialogfenster den 1. Messpunkt und den 2. Messpunkt sowie die Anzahl der Positionen ein(einschließlich der ersten und letzten). **ACCOM** berechnet automatisch alle Messpunkte und zeigt sie in der **Positionenliste** an.

# Messablauf VML

**1./letzter Punkt:** Nach Klicken auf den Knopf geben Sie im folgenden Dialogfenster den 1. Messpunkt und den letzten Messpunkt sowie die Anzahl der Positionen ein (einschließlich der ersten und letzten). **ACCOM** berechnet automatisch alle Messpunkte und zeigt sie in der **Positionenliste** an.

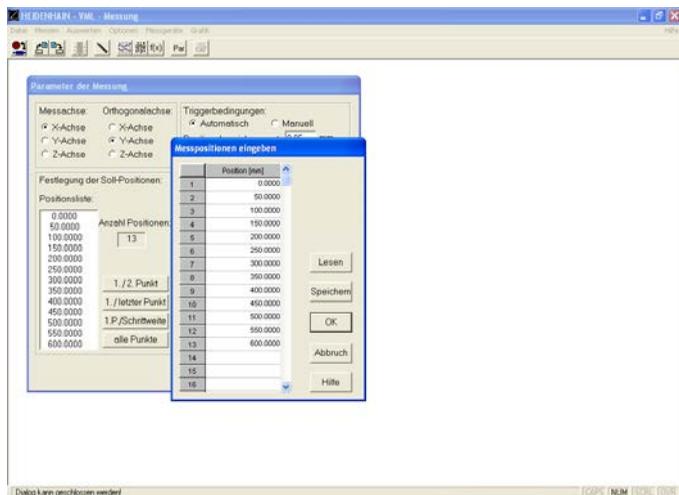
**1. Punkt/Schrittweite:** Nach Klicken auf den Knopf geben Sie im folgenden Dialogfenster den 1. Messpunkt und die Schrittweite zwischen den Messpunkten die Anzahl der Positionen ein (einschließlich der ersten und letzten).

**ACCOM** berechnet automatisch alle Messpunkte und zeigt sie in der **Positionenliste** an.

**Alle Punkte:** Nach Klicken auf den Knopf können Sie im folgenden Dialogfenster sämtliche Positionen eingeben, welche danach in der **Positionenliste** angezeigt werden. Die Positionen müssen in aufsteigender Reihenfolge eingegeben werden.

## Hinweis

Die Sollpositionen müssen in monoton steigender Reihenfolge eingegeben werden!



## Hinweis

Mit **Speichern** können Sie die Datei unter einem beliebigen Namen speichern, und anschließend mit dem Editor oder einem Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Microsoft Excel oder Open Office) nachbearbeiten. Auf diese Weise können sie auch zufallsverteilte Positionswerte erzeugen. Mit **Lesen** können Sie fertige Dateien in das Messprogramm laden.

- **Triggerbedingungen - manuell:** In dieser Einstellung müssen Sie das Erreichen der Messpositionen manuell über die Taste *Speichern* im Messdialogfenster bestätigen.

- **Triggerbedingungen - automatisch:**

- Positionsbereich:** Geben Sie hier die Größe des Positionsfensters (Sollposition  $\pm$  Positionsbereich) an, innerhalb dessen die Positionswerte noch liegen dürfen um bei automatischer Positionserkennung erfasst zu werden. Wählen Sie einerseits den Bereich nicht zu klein, um Messungen auch bei größeren Abweichungen nicht unterbrechen zu müssen, andererseits nicht zu groß, um eine vorzeitige Messwertübernahme zu vermeiden.

- Stillstandsgeschwindigkeit:** Zur automatischen Positionserkennung muss die Positionsänderung kleiner als die hier gewählte Stillstandsgeschwindigkeit sein.

- **Anzahl der Messzyklen:** Hier geben Sie an, wie oft hintereinander die Sollpositionen angefahren werden sollen. Vorher müssen Sie auf **Rückwärtszyklus** (Positionen werden auch rückwärts angefahren) geklickt haben, sonst ist nur 1 Vorwärtszyklus möglich.

- **Umkehrweg:** Ist die Distanz, welche verfahren wird, damit die gleiche Sollposition aus der Gegenrichtung angesteuert wird. Von **ACCOM** wird die Umkehrbewegung nach der halben Distanz erkannt. Bei extrem hohen Verfahrgeschwindigkeiten sollten sie am Ende des Umkehrweges eine Verweilzeit ins NC-Programm eingeben.

- **Verweilzeit:** Hier legen Sie fest, wie lange an einer Position gewartet wird, bis die nächste Position angefahren wird. Die Messwernerfassung durch **ACCOM** erfolgt automatisch nach der halben Verweilzeit.

- **Messverfahren – linear:** Alle Positionen werden der Reihe nach angefahren.

- **Messverfahren - Quasi-Pilgerschritt:** Jede Soll-Position wird so oft in positiver und negativer Richtung angefahren, wie Sie in der Anzahl der Messzyklen festgelegt haben. Dieses Verfahren wird der Reihe nach auf alle Positionen angewendet.

## Messablauf VML

---

- **Rückwärtszyklen:** Hier geben sie an, ob die Soll-Positionen auch rückwärts angefahren werden sollen. Sind die Rückwärtszyklen nicht angekreuzt, kann nur das **Lineare** Messverfahren mit **einem** Vorwärtszyklus durchgeführt werden.

- **Prüfe Überfahren der Messposition:**

Bei Standardmessungen nach ISO 230-2 sollte diese Option aktiviert sein. Damit führt das Überfahren einer Messposition zu einem Messabbruch.

Bei ISO 230-3 Messungen, die beispielsweise zusätzlich zu den Zyklen mit den Messpositionen noch weitere Zyklen zur Achserwärmung beinhalten, muss die Überprüfung der Messpositionen ausgeschaltet werden. ACCOM würde sonst die Messung beenden wenn die Zwischenzyklen das Überfahren der Messpositionen beinhalten.

## 6. NC-Schnittstelle festlegen

→ Falls Sie das Messprogramm von **ACCOM** an eine HEIDENHAIN-Steuerung übertragen möchten, öffnen Sie über den Menüpunkt *Optionen > NC-Programmerzeugung* das Dialogfenster, in dem Sie die TCP/IP-Verbindung konfigurieren.

Parameter der NC-Programmerzeugung

Modus:  HEIDENHAIN-KIartext  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO  
 DIN/ISO

Vorschub:  mm/min

Vorschub an jeden Satz anfügen

Programm-Name:

Nachkommastelle:  1 µm  0.1 µm  
 10 nm  1 nm

M-Funktionen:

M-Funktionen an jeden Satz anfügen

TNC Verbindungsdaten:

TCP/IP Adresse:

- **Modus:** Wählen Sie zwischen HEIDENHAIN-Format, HEIDENHAIN DIN/ISO oder allgemeinem DIN/ISO-Format.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Kreisbewegung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min bzw.  
0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Programm-Name:** Hier geben Sie dem Programm einen Namen (Extension .H / .I steht für HEIDENHAIN bzw. HEIDENHAIN DIN/ISO. \*.txt wird für ein DIN/ISO Programm angeboten).
- **Nachkommastelle:** Stellen Sie hier die Nachkommastelle der NC-Programme ein.
- **M-Funktionen:** Geben Sie hier zusätzlich für den Programmlauf benötigte M-Funktionen an. Die M-Funktionen werden an den ersten NC-Satz angefügt.  
Beispiel im NC-Programm: **2 L X0 F1000 M31**

# Messablauf VML

---

- **TCP/IP Adresse:** Hier stellen Sie die TCP/IP Adresse (IP-Adresse oder DHCP-Name) der Steuerung für die Datenübertragung über eine Netzwerkverbindung ein.

## Optionen der G-Code Ausgabe

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster das Ausgabeformat für DIN/ISO an Ihre Steuerung anzupassen.

The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Parameter der NC-Programmerzeugung". The dialog is divided into two main sections. The top section, titled "GCode Optionen", contains several settings: "Ausgabe Position" with radio buttons for "Inkrementell" and "Absolut" (selected); "Kreismittelpunkt" with radio buttons for "Inkrementell" (selected) and "Absolut"; "Vorschub" with radio buttons for "Inch/min" (selected) and "0.1 Inch/min"; and a checkbox for "Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:" which is unchecked. Below these are "OK", "Abbruch", and "Hilfe" buttons. The bottom section, titled "Zusätzliche Zeilen am Programmstart:", has a text input field containing "G54" and an empty field. Below that, "Zusätzliche Zeilen am Programmende:" has a text input field containing "M30" and an empty field. It also has "OK", "Abbruch", and "Hilfe" buttons. At the top of the dialog, under "Modus:", there are radio buttons for "HEIDENHAIN-klartext", "HEIDENHAIN-DIN/ISO", and "DIN/ISO" (selected), along with an "Optionen..." button.

- **Ausgabe Position:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe (G90/G91). Die absolute Ausgabe erfordert meist einen festen Bezugspunkt (z.B. G54).
- **Kreismittelpunkt:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe des Kreismittelpunktes (G2/G3). Die inkrementelle Ausgabe des Kreismittelpunktes bezieht sich auf die Startposition des Kreises.
- **Vorschub:** Nur INCH: Wählen Sie zwischen der Vorschubausgabe in Inch/min oder 0.1 Inch/min (z.B. HEIDENHAIN TNC).
- **Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:** Hier können Sie auswählen, ob am NC-Programmstart G71/G70 verwendet werden soll.

Im Dialogfenster *Parameter der NC-Programmerzeugung* kann für die Ausgabe im DIN/ISO Format noch folgendes eingestellt werden:

- **Zusätzliche Zeilen am Programmanfang:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmanfang definieren.

Beispiel: G54

- **Zusätzliche Zeilen am Programmende:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmende definieren.

Beispiel: M30

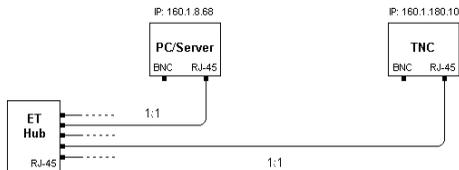
## Konfiguration des Netzkabels

Anschluss an 10BaseT (X25) der TNC: Verbinden Sie die TNC mit einem (evtl. gekreuzten) Kabel direkt mit dem PC oder mit einem ungekreuzten Kabel mit einem Hub oder Switch des Firmennetzwerks.

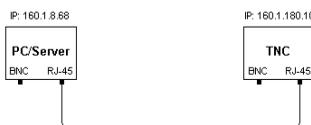
### Hinweis

Peer-to-Peer (Direktverbindung): Hier muss die IP-Adresse des PCs in der *Systemsteuerung / Netzwerkeinstellungen* unter *TCP/IP-Protokoll / Eigenschaften* eingestellt werden (abhängig vom Betriebssystem). Grundeinstellung ist für ein Firmennetzwerk, dass die IP-Adresse automatisch vom Server bezogen wird.

## LAN (Netzwerk) mit 1:1 Kabel



## Peer-to-Peer (Direktverbindung) evtl. mit gekreuztem Kabel!!



# Messablauf VML

## 7. Richtungserkennung

→ **KGM**: Vor der ersten Messung mit dem **KGM** muss **ACCOM** die positive Zählrichtung jeder Achse sowie die Winkellage des **KGM** auf dem Maschinentisch kennen. Im Menüpunkt *Messen > Richtungserkennung* fordert Sie **ACCOM** auf, den Maschinenschlitten nacheinander in die im Dialogfenster geforderten Richtungen (diese hängen von der Einstellung der Messachsen ab) zu bewegen (siehe positive Richtung I und II auf dem **KGM**). Geben Sie zur optimalen Winkelkorrektur im Dialogfenster möglichst den gesamten von Ihnen verwendeten Verfahrensweg ein. Aus den Signalen des Messgerätes werden automatisch die benötigten Kennwerte (Kanalzuordnung, Zählrichtung und Winkellage) ermittelt.

→ **VM**: Vor der ersten Messung mit dem **VM** muss **ACCOM** die positive Zählrichtung der Hauptmessachse kennen. Im Menüpunkt *Messen > Richtungserkennung* fordert Sie **ACCOM** auf, den Maschinenschlitten in die im Dialogfenster geforderte Richtung (diese hängt von der Einstellung der Messachsen ab) zu bewegen. Die positive Zählrichtung der Orthogonalachse ergibt sich aus der „3 Finger-Regel“. Beim VM gibt es keine automatische Winkelkorrektur, deshalb ist eine genaue Ausrichtung des Messgerätes wichtig.



VM X-Richtung messen

Bewegen Sie das VM 182  
mindestens  mm  
in positiver X -Richtung

X1:  mm

X2:  mm



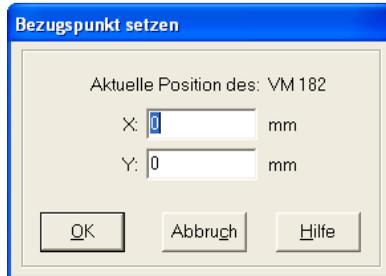
Verfahren Sie während der **Richtungserkennung** mit dem Werkzeugmaschinenschlitten **nicht in diagonaler Richtung**, dies verfälscht die Erkennung der Winkellage. Bei dem VM führt eine Bewegung in diagonaler Richtung zur Beschädigung des Messgerätes!

## 8. Bezugspunkt setzen

→ Im Menüpunkt *Messen > Bezugspunkt setzen* weisen Sie **ACCOM** in Übereinstimmung mit der Steuerung einen Positionswert zu.

### Beispiel:

Befindet sich der Messkopf auf der Startposition, so weisen Sie dieser Position die Koordinaten X0 und Y0 zu.



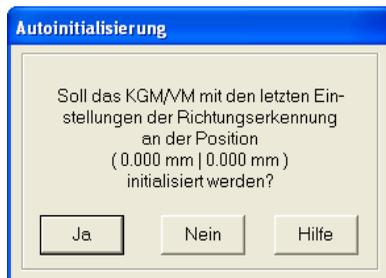
The screenshot shows a dialog box titled "Bezugspunkt setzen". Inside, it displays "Aktuelle Position des: VM 182". Below this, there are two input fields: "X: 0 mm" and "Y: 0 mm". At the bottom, there are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe".



Vergessen Sie im Zusammenhang mit „Bezugspunkt setzen“ und „Richtungserkennung“ nicht den Einfluss des Umkehrspieles der NC-Achsen auf die Messung, besonders beim Start der Messung.

## Letzte Initialisierung

Sie können bei einem Neustart von **ACCOM** Ihre bisherigen Einstellungen durch Aufruf des Menüpunkts *Messen > Letzte Initialisierung* nutzen, wenn sich der Anbau des **VM 182** an Ihre Maschine nicht geändert hat und Sie auf die zuvor gesetzte Position fahren. Setzen Sie anschließend mit dem nächsten Programmpunkt fort.



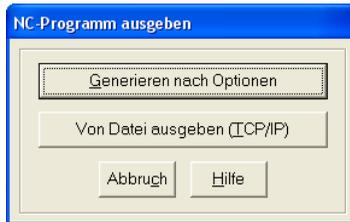
The screenshot shows a dialog box titled "Autoinitialisierung". The text inside asks: "Soll das KGM/VM mit den letzten Einstellungen der Richtungserkennung an der Position (0.000 mm | 0.000 mm) initialisiert werden?". At the bottom, there are three buttons: "Ja", "Nein", and "Hilfe".

# Messablauf VML

---

## 9. NC-Programm generieren und übertragen

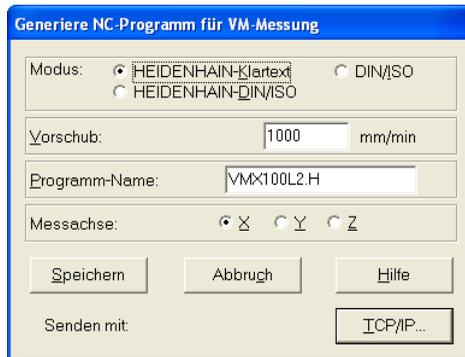
→ Falls Sie ein NC-Programm generieren und übertragen wollen, wählen Sie über den Menüpunkt *Datei > NC-Programm ausgeben*, in welcher Form Sie das NC-Programm übertragen möchten.



- **Generieren nach Optionen:** Nach Anklicken erscheint das Dialogfenster *Generiere NC-Programm für Messung*, in dem Sie die Parameter für das NC-Programm festlegen.
- **Von Datei ausgeben (TCP/IP):** Ein fertiges NC-Programm wird in der Betriebsart TCP/IP über eine Netzwerkverbindung zur NC-Steuerung übertragen.

### Hinweis

Alternativ können Sie für die Übertragung eines fertigen NC-Programms das HEIDENHAIN PC-Tool TNCRemo verwenden.



- **Modus:** Wählen Sie hier das Format des NC-Programms.
- **Vorschub:** Geben Sie hier die Soll-Vorschubgeschwindigkeit der Bewegung ein.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min  
0.000039 bis 3937 Inch/min
- **Programmname:** Im TCP/IP- Modus hängen Sie an den Namen des NC-Programms die Extension .H/.I für HEIDENHAIN- oder DIN/ISO-Format an.
- **Messachse:** Klicken Sie auf die verwendete Maschinenachse.
- **Speichern:** Durch Anklicken können Sie das NC-Programm speichern.
- **Abbruch:** Durch Anklicken können Sie das Dialogfenster schließen.
- **Senden mit:** Wählen sie durch Anklicken die Betriebsart. Beginnen Sie die Programmübertragung erst dann durch Klicken auf **Ja**, wenn TNC und PC bereit sind.

Es wird nun ein NC-Programm für die VM-Linear-Messung generiert und in der Grundeinstellung in das Root-Verzeichnis der TNC übertragen. Bei TCP/IP-Übertragung öffnet sich ein Dateidialogfenster, in dem Sie das Zielverzeichnis auf der Steuerung auswählen können.



Für einen korrekten Ablauf des NC-Programms gelten folgende Voraussetzungen:

1. Der Abtastkopf muss bei Programmstart auf dem Startpunkt stehen.
2. Auf der Steuerung ist das richtige Programm gewählt.



Die TNC antwortet nicht, wenn keine Netzwerkverbindung besteht.

# Messablauf VML

---

## 10. Messprotokoll erstellen

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* bzw. Klicken auf das Symbol wählen Sie das Messprotokoll für die jeweilige Messung aus, wo Sie im Protokollfenster Angaben zu den Messungen machen können. Sie können durch Klicken auf **Ja** oder **Nein** entscheiden, ob das **Protokollfenster** nach jeder Messung automatisch geöffnet werden soll.

**Protokoll der Messung 1**

Kunde:

Maschinentyp:

SNr. / Baujahr:  /

Vermerk 1:

Vermerk 2:

Vermerk 3:

Prüfer:

HEIDENHAIN Referenzmessgerät:

Identnummer:  Seriennummer:

Achsposition X:  mm

Achsposition Y:  mm

Achsposition Z:  mm

Achsposition IV:  mm

Achsposition V:  mm

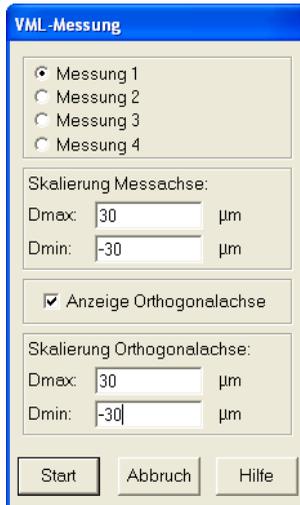
Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?  
 Ja  Nein

OK Abbruch Hilfe

Wenn Sie nur die Protokolldaten für Messung 1 eingeben, so werden diese automatisch für die anderen Messungen herangezogen. Die Protokolle können auch später im Zuge der Auswertung jederzeit nachbearbeitet und gespeichert werden. **ACCOM** speichert diese Angaben zusammen mit den Messdaten und druckt Sie in den Menüpunkten *Auswerten > Rohdaten*, *Auswerten > Kenndaten* und *Grafik > Drucken* aus.

## 11. Messung starten

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messung starten* bzw. Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie nach Eingabe folgender Darstellungsparameter die Messung starten können.



- **Messung 1-4:** Klicken Sie auf die Nummer, unter welcher die Messung später dargestellt werden soll.
- **Skalierung Dmax/Dmin:** Hier geben Sie die obere und untere Grenze der zu erwartenden Abweichungen ein. Die Skalierung kann bei der späteren Auswertung jederzeit geändert werden.
- **Anzeige Orthogonalachse:** Hier können Sie bei Verwendung des **KGM** oder **VM 182** die Anzeige der Orthogonalachse deaktivieren. Die Messwertaufnahme erfolgt trotzdem für die zweite Messachse.
- **Skalierung der Orthogonalachse Dmax/Dmin:** Hier geben sie bei Verwendung des **KGM** oder **VM 182** die obere und untere Grenze der in orthogonaler Richtung zu erwartenden Abweichungen ein. Die Skalierung kann bei der späteren Auswertung jederzeit geändert werden.

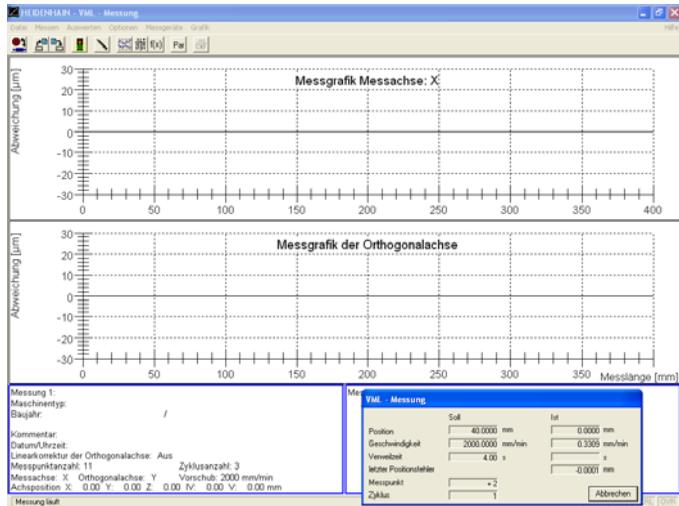


Für einen korrekten Messablauf gelten folgende Bedingungen:

1. Die in **ACCOM** eingegebenen Parameter der Messung entsprechen der Realität.
2. Der Abtastkopf befindet sich auf der Start-Position.
3. Das richtige NC-Programm ist ausgewählt.

# Messablauf VML

→ **Start**: Nach Klicken auf diesen Knopf wartet **ACCOM** auf den Beginn der Messung. Starten Sie nun das Messprogramm auf der Werkzeugmaschine. Der Stand der Messung wird auf dem Bildschirm angezeigt. Sie können die Messung mit **Abbruch** beenden. Die bis dahin aufgenommenen Messzyklen können unter *Datei > Messung speichern* gesichert oder unter *Auswerten > Rohdaten, Kenndaten und Grafikeinstellungen* ausgewertet werden.



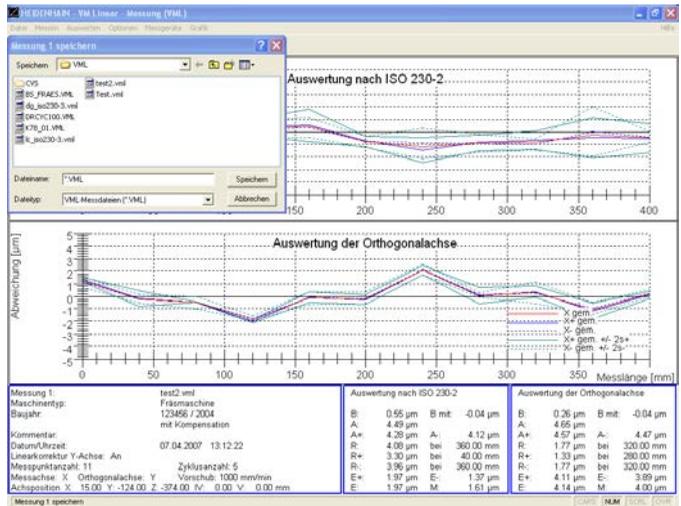
Bei Verwendung des von **ACCOM** generierten NC-Programms sollte der Abtastkopf bei Messbeginn auf der Umkehr-Position stehen. Nach der folgenden Vorwärtsbewegung zum Startpunkt beginnt die Messwertaufnahme.

## Hinweis

Die Messdaten werden während der Messung in einer temporären Datei online gesichert, so dass es nach einem PC- oder Programmabsturz möglich ist, die bis dahin aufgezeichneten Messzyklen einzulesen. Beim nächsten Programmstart wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

## Datenspeicherung

Nach Beendigung der Messdatenerfassung erscheint auf dem Bildschirm das folgende Dialogfenster zur Datenspeicherung.



Über *Messen > Messung starten* können Sie weitere Messungen starten.

# Messablauf VML

## Temperaturtabelle eingeben

Falls Sie zur späteren Verwendung die Umgebungstemperatur und eine weitere Temperatur speichern wollen, muss als Voraussetzung im Menüpunkt *Auswerten > Richtlinie* die Norm ISO 230-3 eingestellt sein. Dann öffnen Sie über den Menüpunkt *Auswerten > Temperaturtabelle* ein Dialogfenster, wo Sie zyklusweise die Temperatur eingeben können.

## Hinweis

Es genügt, wenn Sie mindestens 2 Temperaturwerte eingeben, dazwischen wird die Temperaturkurve linear interpoliert.

Speichern Sie die Datei anschließend über den Menüpunkt *Datei > Messung speichern*.

|    | Zyklus | Zeit [min] | Umgeb. Temp. [°C] | Temperatur [°C] |
|----|--------|------------|-------------------|-----------------|
| 1  | 1      | 0.00       | 21.0              | 0.0             |
| 2  | 2      | 2.42       | 0.0               | 0.0             |
| 3  | 3      | 4.83       | 0.0               | 0.0             |
| 4  | 4      | 7.27       | 0.0               | 0.0             |
| 5  | 5      | 9.68       | 0.0               | 0.0             |
| 6  | 6      | 12.12      | 0.0               | 0.0             |
| 7  | 7      | 14.53      | 22.0              | 0.0             |
| 8  | 8      | 16.97      | 0.0               | 0.0             |
| 9  | 9      | 19.38      | 0.0               | 0.0             |
| 10 | 10     | 21.82      | 0.0               | 0.0             |
| 11 | 11     | 24.23      | 0.0               | 0.0             |
| 12 | 12     | 26.67      | 0.0               | 0.0             |
| 13 | 13     | 29.08      | 0.0               | 0.0             |
| 14 | 14     | 31.50      | 0.0               | 0.0             |
| 15 | 15     | 33.93      | 23.0              | 0.0             |

Skalierung Temperaturachse:

fest  automatisch

von:  °C bis  °C

OK  
Abbruch  
Hilfe

## 12. Messung öffnen

→ Über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie Messdaten zur weiteren Auswertung und Darstellung laden. Es erscheint der folgende Bildschirm.



Über dieses Dialogfenster haben Sie die Möglichkeit, die Messungen in beliebiger Reihenfolge zu öffnen. Wenn Sie im Rahmen der weiteren Auswertung oder Darstellung neue Messkurven auf den Bildschirm holen möchten, so geschieht dies ebenfalls über diesen Menüpunkt.



Mit **Messung öffnen** werden die **Messungen** ins System **geladen**, dies ist **Voraussetzung für die Darstellung**. **Ob und wie die Messkurven dargestellt werden beeinflussen Sie über** den Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen* (siehe auch Kapitel 16, grafische Darstellung).

# Messablauf VML

## 13. Rohdaten auswerten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Rohdaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Rohdaten der Messung betrachten.

**ACCOM** zeigt jede gemessene Abweichung samt zugehörigen Koordinaten an.

**Rohdaten der Messung 1**

Kunde: Mustermann  
Maschinentyp: Testmaschine  
SNr. / Baujahr: 123 / 1998

Achsisposition:  
X: -383.6000 mm Y: -204.1500 mm Z: -277.1900 mm IV: 0.0000 mm V: 0.0000 mm

Dateiname: Test.vml Messart: VML Messverfahren: Linear  
Umkehrweg: 0.9000 mm Messpunktanzahl: 11 Messachse: X  
Verweilzeit: 1.00 s Messzyklen: 3 Orthogonalachse: Y  
Vorschub: 1000 mm /min Linearkorrektur der Orthogonalachse: An  
mit Komp

Messdatum: 17.02.1998 09:43:31 Prüfer: HK

| Pos. | Zyklus | Richtung | Sollposition [mm] | Istposition [mm] | Differenz[µm] | Orthogonalachse[µm] |
|------|--------|----------|-------------------|------------------|---------------|---------------------|
| 1    | 1      | +        | 0.0000            | -0.0001          | -0.05         | 0.62                |
| 1    | 1      | -        | 0.0000            | -0.0001          | -0.14         | 0.28                |
| 1    | 2      | +        | 0.0000            | -0.0009          | -0.87         | 0.59                |
| 1    | 2      | -        | 0.0000            | -0.0009          | -0.89         | 0.64                |
| 1    | 3      | +        | 0.0000            | -0.0002          | -0.22         | 0.45                |
| 1    | 3      | -        | 0.0000            | -0.0005          | -0.50         | 0.18                |
| 2    | 1      | +        | 40.0000           | 39.9994          | -0.57         | -0.87               |
| 2    | 1      | -        | 40.0000           | 39.9997          | -0.27         | -1.06               |

## Hinweis

Gespeicherte Messungen werden in einer ASCII-Datei abgelegt. Die Rohdaten sind darin zeilenweise und durch Tabulator getrennt abgelegt. Sie können diese Datei zur weiteren Bearbeitung auch in Programme wie Matlab, Origin, Open Office oder Microsoft Excel laden bzw. importieren.

Zum **Ausdrucken** der Rohdaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

## 14. Richtlinie der Auswertung wählen

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Richtlinie* können Sie die zur weiteren Auswertung verwendete Norm auswählen:

**ISO 230-2**

**VDI/DGQ 3441**

**ISO 230-3**



# Messablauf VML

## 15. Kenndaten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Kenndaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die aus den Messdaten berechneten Kenndaten nach **ISO 230-2** bzw. **VDI/DGQ 3441** darstellen lassen.

Zum **Ausdrucken** der Kenndaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

Sie können die Kenndaten auch in eine ASCII-Datei **speichern** (\*.csv).

- Beispiel der Kenndaten nach **ISO 230-2**

**Kenndaten der Messung 1 nach ISO 230-2**

Kunde: Mustermann  
Maschinentyp: Testmaschine  
SNr. / Baujahr: 123 / 1998

Achspannung: X: -383.6000 mm Y: -204.1500 mm Z: -277.1900 mm IV: 0.0000 mm V: 0.0000 mm

Dateiname: Test.vml Messart: VML Messverfahren: Linear  
Umkehrweg: 0.90 mm Positionsanzahl: 11 Messachse: X  
Verzweizeit: 1.00 s Messzyklen: 3 Orthogonalachse: Y  
Vorschub: 1000 mm /min Linearkorrektur Y-Achse: An  
mit Komp

| Pos. | Sollpos. [mm] | + Xmit [µm] | - Xmit [µm] | Xmit [µm] |
|------|---------------|-------------|-------------|-----------|
| 1    | 0.0000        | -0.38       | -0.51       |           |
| 2    | 40.0000       | -1.56       | -0.44       |           |
| 3    | 80.0000       | -1.85       | -0.96       |           |
| 4    | 120.0000      | -2.12       | -2.20       |           |
| 5    | 160.0000      | -2.83       | -2.41       |           |
| 6    | 200.0000      | -4.82       | -4.74       |           |

Messachse:  
B: 1.12 µm R: 5.12 µm bei 360.00 mm  
B mit: -0.28 µm R+: 4.40 µm bei 360.00 mm  
M: 8.04 µm R-: 5.12 µm bei 360.00 mm  
A: 10.41 µm A+: 10.37 µm A-: 10.16 µm  
E: 8.23 µm E+: 7.98 µm E-: 8.17 µm

Orthogonalachse:  
B: 0.30 µm R: 1.69 µm bei 320.00 mm  
B mit: -0.11 µm R+: 1.69 µm bei 320.00 mm  
M: 3.98 µm R-: 1.33 µm bei 360.00 mm  
A: 4.86 µm A+: 4.24 µm A-: 4.84 µm  
E: 4.15 µm E+: 3.93 µm E-: 4.03 µm

Messdatum: 17.02.1998 09:43:31 Prüfer: HK

- Beispiel der Kenndaten nach VDI/DGQ 3441

**Kenndaten der Messung 1 nach VDI/DGQ 3441**

Kunde: Mustermann  
 Maschinentyp: Testmaschine  
 SNr. / Baujahr: 123 / 1998

Speichern  Hilfe

Achsposition:  
 X: -383.6000 mm Y: -204.1500 mm Z: -277.1900 mm IV: 0.0000 mm V: 0.0000 mm

Dateiname: Test.vml Messart: VML Messverfahren: Linear  
 Umkehrweg: 0.90 mm Positionsanzahl: 11 Messachse: X  
 Verweilzeit: 1.00 s Messzyklen: 3 Orthogonalachse: Y  
 Vorschub: 1000 mm /min Linearkorrektur Y-Achse: An  
 mit Komp

| Pos. | Sollpos. [mm] | + Xmit [µm] | - Xmit [µm] | Xmit [µm] |
|------|---------------|-------------|-------------|-----------|
| 1    | 0.0000        | -0.38       | -0.51       |           |
| 2    | 40.0000       | -1.56       | -0.44       |           |
| 3    | 80.0000       | -1.85       | -0.96       |           |
| 4    | 120.0000      | -2.12       | -2.20       |           |
| 5    | 160.0000      | -2.83       | -2.41       |           |
| 6    | 200.0000      | -4.82       | -4.74       |           |

Messachse: U mit: 0.36 µm U max: 1.12 µm U min: 0.00 µm  
 Ps mit: 2.90 µm Ps max: 7.14 µm Ps min: 1.31 µm  
 P: 12.48 µm Pa: 8.04 µm

Orthogonalachse: U mit: 0.16 µm U max: 0.30 µm U min: 0.00 µm  
 Ps mit: 1.25 µm Ps max: 2.12 µm Ps min: 0.80 µm  
 P: 4.98 µm Pa: 3.98 µm

Messdatum: 17.02.1998 09:43:31 Prüfer: HK

# Messablauf VML

## • Kenndaten speichern

**Kenndaten speichern**

Ausgabe:  Nur Messachse  
 Nur Orthogonalachse  
 Beide Achsen

Ausgabe der Kenndaten:  
 Kenndaten der Gesamtmessung (z.B. B, Umax)  
 Kenndaten der Messpunkte (z.B. Xmit)  
 Alle Kenndaten

Trennzeichen der Datenfelder (Spalten):  Strichpunkt (;)  
 Tabulator  
 Leerzeichen  
 Doppelpunkt (,)

Dezimalzeichen:  Punkt (.)  
 Komma (,)

Speichern Abbruch Hilfe

- **Ausgabe:** Hier können Sie die Messachse(n) für die Kenndatenausgabe festlegen.
- **Ausgabe der Kenndaten:** Hier können Sie die Kenndaten für die Ausgabe festlegen.
- **Trennzeichen der Datenfelder:** Hier können Sie das Trennzeichen für die Datenausgabe in der csv-Datei festlegen.
- **Dezimalzeichen:** Hier können Sie das Dezimalzeichen für die csv-Datei festlegen.
- **Speichern:** Hier können Sie die Kenndaten speichern. Die Daten werden in eine ASCII-Datei (\*.csv) gespeichert.

### Beispielausgabe:

Einstellungen: Nur Messachse, nur Kenndaten der Gesamtmessung, Trennzeichen Tabulator, Dezimalzeichen Komma

Ausgabe der ISO 230-2 Kenndaten in 2 Zeilen.

| B [ $\mu\text{m}$ ] | Bm [ $\mu\text{m}$ ] | A [ $\mu\text{m}$ ] | A+ [ $\mu\text{m}$ ] | A- [ $\mu\text{m}$ ] | R [ $\mu\text{m}$ ] |
|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1,12                | -0,28                | 10,41               | 10,37                | 10,16                | 5,12                |

| R+ [ $\mu\text{m}$ ] | R- [ $\mu\text{m}$ ] | E [ $\mu\text{m}$ ] | E+ [ $\mu\text{m}$ ] | E- [ $\mu\text{m}$ ] | M [ $\mu\text{m}$ ] |
|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 4,40                 | 5,12                 | 8,23                | 7,98                 | 8,17                 | 8,04                |

## 16. Grafische Darstellung der Messergebnisse

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Grafikdarstellungen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie abhängig von der gewählten Auswerte-Richtlinie die Darstellungsweise der Messkurven auf dem Bildschirm festlegen.

**VML-Linear Diagramm**

Ausgabe:  Messung 1  Messung 3  
 Messung 2  Messung 4

Skalierung Abweichung Messachse:  
von:  µm bis:  µm  Auto

Skalierung Abweichung Orthogonalachse:  Linearkorrektur  
von:  µm bis:  µm  Auto

Skalierung Messlänge (Abszisse):  
von:  mm bis:  mm  Auto

Darstellung:

Einzelzyklen  
 Kenngrößen  
 ISO 230-2  
 Gemittelte Abweichung  
 Umkehrspanne  
 Wiederholbarkeit  
 Positionsdrift (Zyklen)  
 Positionsdrift (Zeit)

Anzeige:  
 Messachse  
 Orthogonalachse  
 Beide Achsen

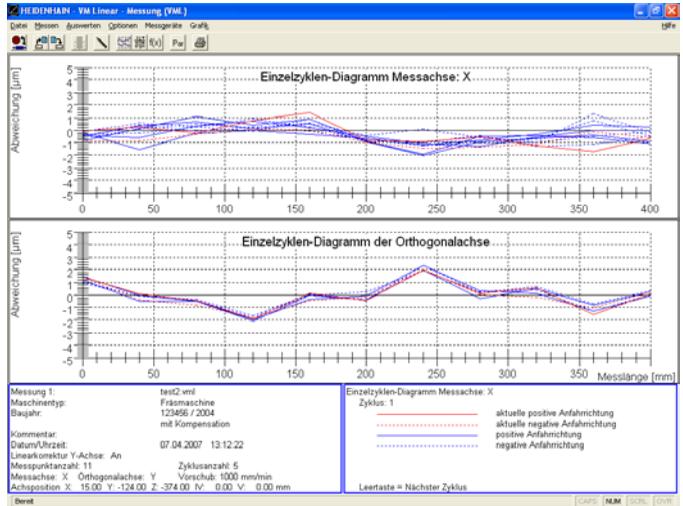
OK Abbruch Hilfe

# Messablauf VML

---

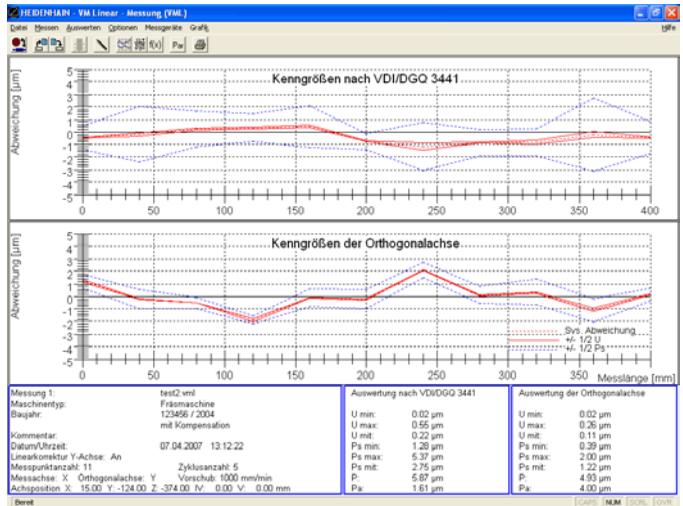
- **Ausgabe:** Wählen Sie die darzustellende Messung aus.
- **Skalierung Abweichung Messachse:**
  - fest:** Geben Sie die obere und untere Grenze der Abweichungen an.
  - automatisch:** Die Skalierung wird automatisch durchgeführt.
- **Skalierung Abweichung Orthogonalachse:**
  - fest:** Geben Sie die obere und untere Grenze der Abweichungen an.
  - automatisch:** Die Skalierung wird automatisch durchgeführt.
  - Linearkorrektur:** Bei Aktivierung dieses Punktes wird eine lineare Regression über die Fehlerkurve errechnet und der berechnete lineare Fehler von der gemessenen Abweichung abgezogen und angezeigt. Dies ist nützlich wenn das **VM 182** nicht exakt parallel zur Messrichtung aufgebaut werden konnte.
- **Skalierung Messlänge (Abszisse):**
  - fest:** Geben Sie die obere und untere Grenze der Abszisse an.
  - automatisch:** Die Skalierung der Abszisse wird automatisch durchgeführt.
- **Anzeige:**
  - Messachse:** Nur die Messachse wird dargestellt.
  - Orthogonalachse:** Nur die Orthogonalachse wird dargestellt.
  - Beide Achsen:** Beide Achsen werden dargestellt.
- **Darstellung:** Die Darstellungsarten sind abhängig von der gewählten Auswerterichtlinie.
  - ISO 230-2: **Einzelzyklen**  
**ISO 230-2**  
**Gemittelte Abweichung**  
**Umkehrspanne**  
**Wiederholbarkeit**
  - VDI/DGQ 3441: **Einzelzyklen**  
**Kenngrößen**
  - ISO 230-3: **Positionsdrift nach Zyklen**  
**Positionsdrift nach Zeit**

## • Einzelzyklen



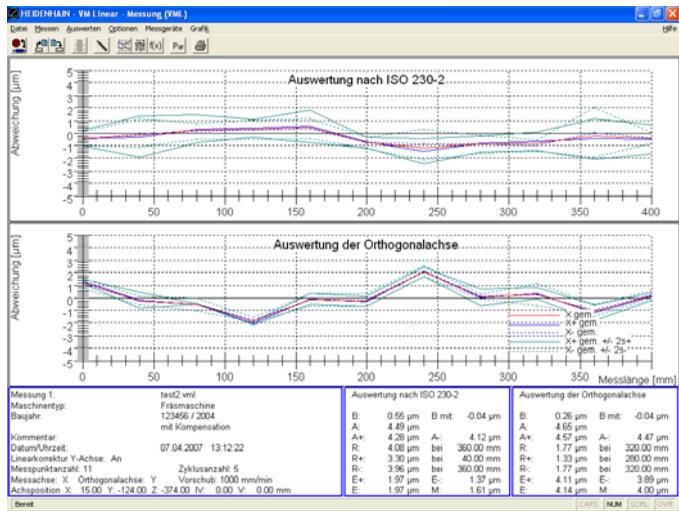
## • Kenngrößen

Graphik nach der Norm VDI/DGQ 3441



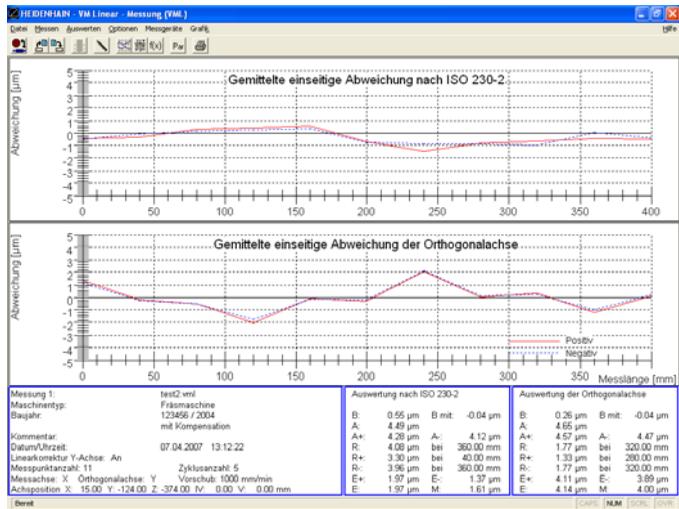
# Messablauf VML

- Grafik nach der Norm ISO 230-2



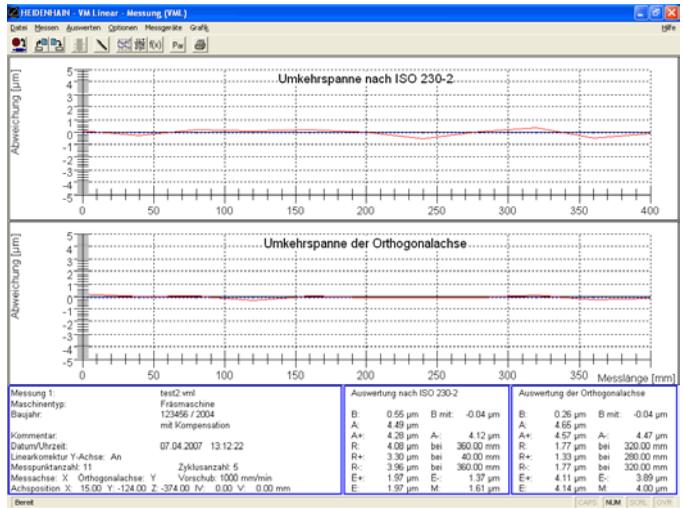
- Gemittelte Abweichung

Grafik nach der Norm ISO 230-2



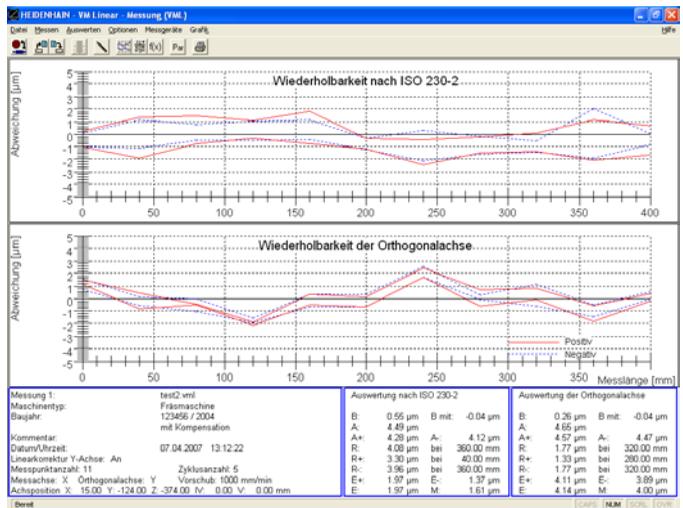
## • Umkehrspanne

Graphik nach der Norm ISO 230-2



## • Wiederholbarkeit

Graphik nach der Norm ISO 230-2

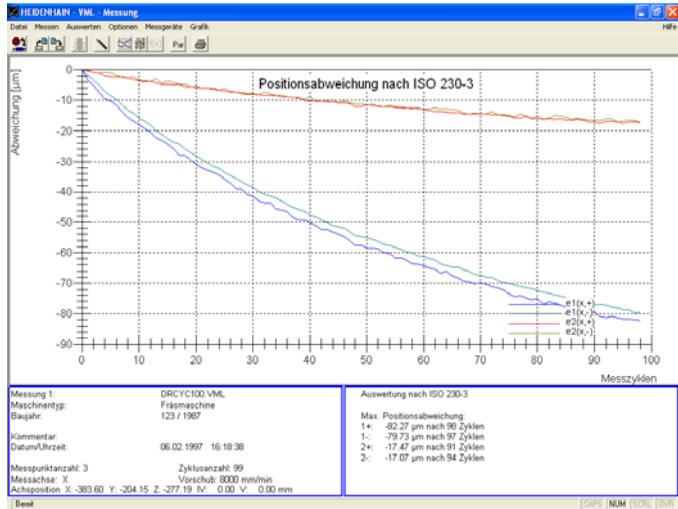


# Messablauf VML

## • Position drift (Zyklen)

Grafik nach der Norm ISO 230-3

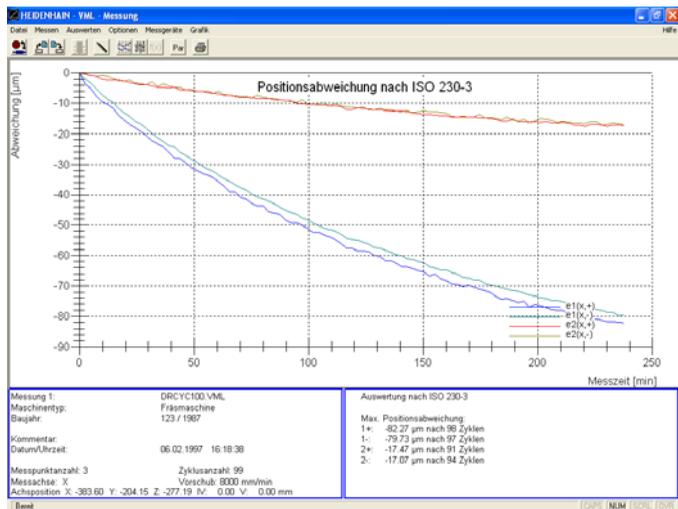
Temperatureingabe unter *Auswerten* > *Temperaturtabelle*.



## • Position drift (Zeit)

Grafik nach der Norm ISO 230-3

Temperatureingabe unter *Auswerten* > *Temperaturtabelle*.

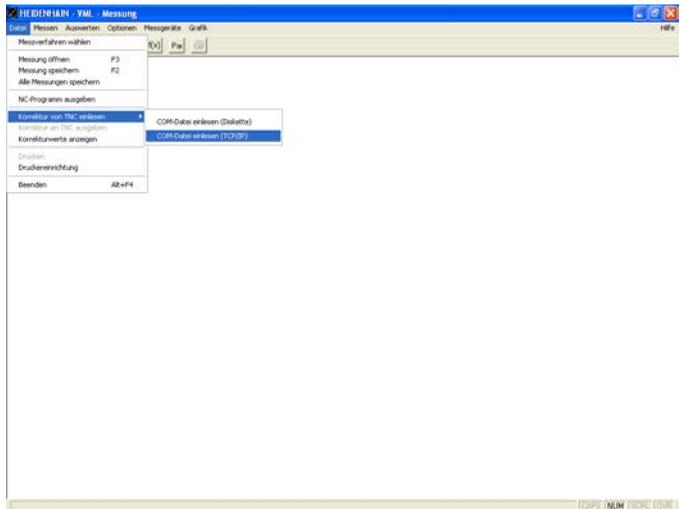


## 17. Linearkorrektur an NC-Steuerung durchführen

**ACCOM** bietet die Möglichkeit, die in den TNC-Steuerungen festgelegten Korrektur-Positionen einzulesen, und nach durchgeführter Messung die Korrekturwerte wieder auszugeben.

Gehen Sie zur Durchführung der Korrektur wie folgt vor:

→ Vor Eingabe der Messparameter lesen Sie über den Menüpunkt *Datei > Korrektur von TNC einlesen* die in der TNC abgelegte Korrektur-Positionswertetabelle in **ACCOM** ein.

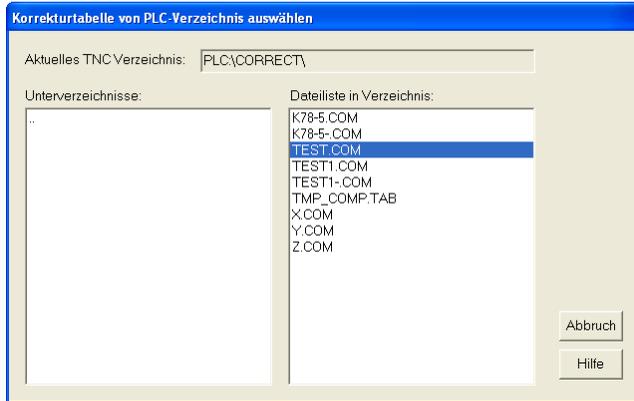


Im TCP/IP-Modus erscheint das folgende Fenster mit dem PLC-Verzeichnis der HEIDENHAIN Steuerung. Vor dem Zugriff auf die PLC-Partition ist es notwendig die PLC Schlüsselzahl einzugeben. Dazu erscheint einmalig ein Dialogfenster. Aus dem PLC-Verzeichnis kann die zu kompensierende nichtlineare Achskompensationstabelle explizit angegeben werden.

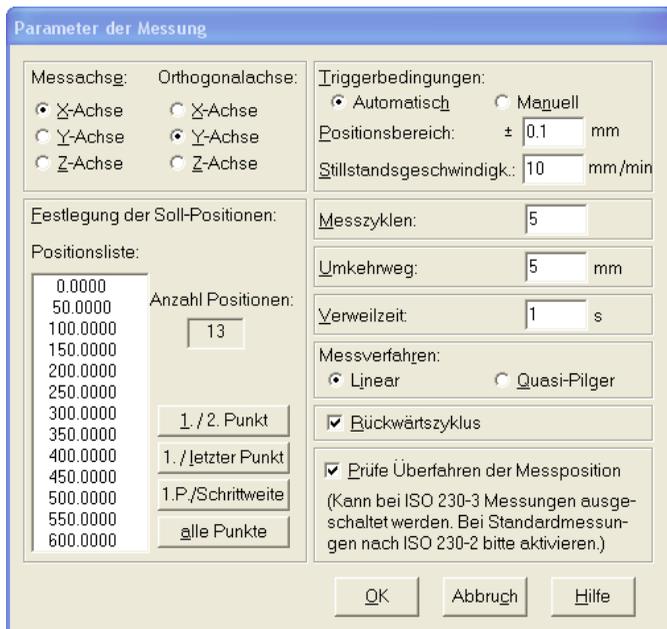
### Hinweis

Zum Anlegen einer neuen Tabelle siehe Technisches Handbuch der TNC.

# Messablauf VML



→ Stellen Sie die Messparameter über den Menüpunkt *Optionen > Parameter der Messung* ein. Die Positionswerte werden von ACCOM automatisch aus der TNC-Korrekturabelle übernommen.



→ Legen Sie die NC-Schnittstelle fest

→ Führen Sie jetzt die Richtungserkennung durch und setzen Sie die Position.

- Generieren und übertragen Sie das NC-Programm.
- Erstellen Sie das Messprotokoll.
- Führen Sie jetzt die Messung durch. Die Positionsabweichungen werden dann als Korrekturdaten verwendet.
- Nach der Messung erhalten Sie über den Menüpunkt *Datei* > *Korrekturwerte anzeigen* eine Liste der Korrekturwerte.

**Korrekturwerte anzeigen**

|    | Positionsnr. | Sollposition [mm] | Korrekturwert [mm] | Korrekturwert Quer [mm] |
|----|--------------|-------------------|--------------------|-------------------------|
| 1  | 1            | 0.0000            | -0.0004            | 0.0012                  |
| 2  | 2            | 40.0000           | -0.0010            | -0.0002                 |
| 3  | 3            | 80.0000           | -0.0014            | -0.0005                 |
| 4  | 4            | 120.0000          | -0.0022            | -0.0019                 |
| 5  | 5            | 160.0000          | -0.0026            | -0.0001                 |
| 6  | 6            | 200.0000          | -0.0048            | -0.0002                 |
| 7  | 7            | 240.0000          | -0.0059            | 0.0021                  |
| 8  | 8            | 280.0000          | -0.0063            | 0.0001                  |
| 9  | 9            | 320.0000          | -0.0073            | 0.0004                  |
| 10 | 10           | 360.0000          | -0.0075            | -0.0011                 |
| 11 | 11           | 400.0000          | -0.0085            | 0.0002                  |

Korrekturwerte:

 Gemittelter Wert  
 Nur Vorwärtszyklen  
 Nur Rückwärtszyklen

- Wenn Sie auf Speichern klicken können Sie die ASCII-Datei auch mit einem Texteditor oder z.B. Open Office oder Microsoft Excel lesen.

The screenshot shows the VML software interface with several windows open. The main window displays a graph of 'Abw.' (deviation) vs 'Messlänge [mm]' (measurement length) from 0 to 400 mm. A smaller window titled 'Korrekturwerte anzeigen' is overlaid, showing a list of correction values for 11 positions. Another window titled 'Korrekturwerte speichern' is also open, showing the same list of values and options to save them as an ASCII file. The bottom status bar contains detailed measurement data:

|                                   |   |                            |
|-----------------------------------|---|----------------------------|
| Messung 1: test2.mcd              | Teilmaschine: Fräsmaschine                                  | Auswertung nach ISO 230-2  |
| Maschinentyp: 123456 / 2004       | mit Kompensation  | B: 0,55 µm B mit: -0,04 µm |
| Baugröße:                         |   | A: 4,49 µm                 |
| Kommentar:                        |   | A+: 4,28 µm A-: 4,12 µm    |
| Datum/Rezept: 07.04.2007 13:12:22 |   | R: 4,08 µm bei 360,00 mm   |
| Linearkorrektur V-Achse: An       | Zyklusanzahl: 5   | R+: 3,30 µm bei 40,00 mm   |
| Messpunktanzahl: 11               | Vorschub: 1000 mm/min                                       | R-: 3,96 µm bei 360,00 mm  |
| Messmaschine X Orthogonalachse: Y | Achsenfeeds: X: 1500 Y: 124,00 Z: 374,00 W: 0,00 V: 0,00 mm | E+: 1,97 µm E-: 1,37 µm    |
|                                   |   | E: 1,97 µm M: 1,61 µm      |

Additional data from the bottom right of the screenshot:

|                                |
|--------------------------------|
| Auswertung der Orthogonalachse |
| B: 0,26 µm B mit: -0,04 µm     |
| A: 4,65 µm                     |
| A+: 4,57 µm A-: 4,47 µm        |
| R: 1,77 µm bei 320,00 mm       |
| R+: 1,33 µm bei 280,00 mm      |
| R-: 1,77 µm bei 320,00 mm      |
| E+: 4,11 µm E-: 3,89 µm        |
| E: 4,14 µm M: 4,00 µm          |

# Messablauf VML

---

→ Geben Sie jetzt über den Menüpunkt *Datei > Korrektur an TNC ausgeben* die Korrekturtable aus. Es erscheint folgende Menüauswahl für die Auswahl der Korrekturwerte.

**Korrekturauswahl**

Name: X400.COM

Korrekturwertspalte: X

Korrekturwerte:

Gemittelter Wert aus Vor- und Rückw.zyklen

Nur Vorwärtszyklen

Verwende Korrekturwerte:

Absolut (überschreibe Korrekturwerte)

Inkrementell (addiere Korrekturwerte)

Verwende Korrekturwerte der:

Messachse

Orthogonalachse

Messdaten rückwärts in Spalte BACKLASH

Ok Abbruch Hilfe

- **Spaltenauswahl:** Wählen Sie die zu korrigierende Spalte der Korrekturwerttable aus.

- **Korrekturwerte:**

- **Gemittelter Wert:** Es wird der gemittelte Wert der Positionsabweichungen aus Vor- und Rückwärtszyklen verwendet.

- **Nur Vorwärtszyklen:** Es werden nur die Vorwärtszyklen zur Berechnung der Positionsabweichung verwendet.

- **Verwende Korrekturwerte:**

- **Absolut:** Mit dieser Option werden bestehende Korrekturwerte in der angewählten zu korrigierenden Spalte überschrieben. Zu verwenden, wenn bei der Messung keine Achskorrektur aktiviert war, oder die Korrekturspalte leer ist.

- **Inkrementell:** Mit dieser Option kann in eine bestehende aktivierte Korrekturtable die Positionsabweichung aufaddiert werden.

- **Verwende Korrekturwerte der:**

- **Messachse:** Mit dieser Option werden die Korrekturwerte für die Positionsabweichung in der angewählten zu korrigierenden Spalte eingetragen.

**Orthogonalachse (Geradheitsabweichung):** Mit dieser Option werden die Korrekturwerte für die Geradheitsabweichung in der angewählten zu korrigierenden Spalte überschrieben.

- **Korrektur der Rückwärtszyklen:**

**TNC 640/TNC 620:** Es wird in der angewählten Tabelle die Spalte „BACKLASH“ mit den Korrekturwerten für die Rückwärtsbewegung beschrieben.

**iTNC 530:** Durch Anwahl dieser Option wird eine zweite Korrekturdatei generiert, in der die Positionsabweichungen der Rückwärtszyklen in die gleiche Spalte geschrieben werden. Diese Korrekturtable kann von aktuellen TNC Softwareständen für die negative Verfahrriichtung genutzt werden.

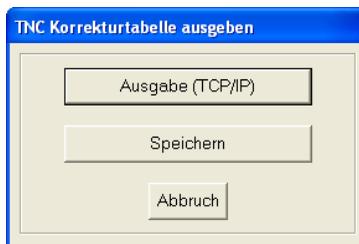
Beispiel: Name der Korrekturdatei **x.com** -> dann heißt die Datei für die Rückwärtsbewegung **x-.com**.

## Hinweis

Die Option Korrekturdatei mit Rückwärtszyklen ist nur möglich wenn unter dem Menüpunkt „Verwendete Korrekturwerte“ Absolut eingestellt ist.

Nach dem Bestätigen mit Ok wird das Ausgabemenü eingeblendet:

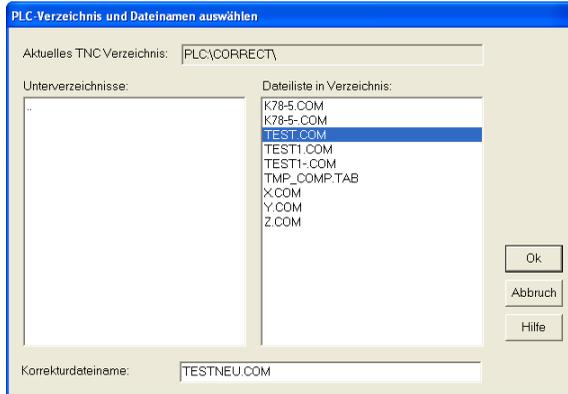
- **Ausgabe über Netzwerk(TCP/IP):** Die Ausgabe erfolgt über die Netzwerkverbindung.
- **Speichern:** Die Ausgabe erfolgt auf das Dateisystem.



## Messablauf VML

---

Im TCP/IP-Modus erscheint das folgende Fenster mit dem PLC-Verzeichnis der HEIDENHAIN Steuerung. Hier kann das Zielverzeichnis und der Dateiname der nichtlinearen Achskompensationstabelle explizit angegeben werden.



Führen Sie nach erfolgter Korrektur unbedingt eine Kontrollmessung durch.

## Farbeinstellungen der Grafik

Wenn Sie die **Farbeinstellungen der Grafik** ändern wollen, können Sie über den Menüpunkt *Optionen > Farbeinstellungen* die Farbe der Messkurven, des Koordinatensystems und des Grafikhintergrundes einstellen.

## Optionen speichern/laden

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen speichern* können Sie diese Einstellungen speichern.

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen laden* können Sie diese Einstellungen aufrufen.

## Messgrafik exportieren

Wenn Sie die **Messgrafik** ohne Protokoll **als Datei exportieren** möchten, können Sie diese im *Menüpunkt Grafik > Speichern als Bitmap* speichern.

## Grafik drucken

**Drucken** können Sie die Grafik über den Menüpunkt *Grafik > Drucken*. **Druckereinstellungen** können über den Menüpunkt *Datei > Druckereinrichtung* geändert werden.

## Messung speichern

Falls Sie **Änderungen am Protokoll** vornehmen, können Sie diese über den Menüpunkt *Datei > Messung* speichern bzw. durch Klicken auf das Symbol **abspeichern**.

Alternativ können Sie auch über den Menüpunkt *Datei > Alle Messungen speichern* die Messdateien speichern.

## Bildschirm leeren

Falls Sie die Messkurven vom Bildschirm entfernen wollen, können Sie über den Menüpunkt *Grafik > Schließen* den **Bildschirm leeren**.

## Messprotokolle ändern

Falls Sie die **Messprotokolle ändern** möchten, können Sie über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* oder durch Klicken auf das Symbol das entsprechende Protokoll auswählen.

# Messablauf VML

**Protokoll der Messung 1**

Kunde: Mustermann

Maschinentyp: Testmaschine

SNr. / Baujahr: 123 / 1998

Vermerk 1: mit Komp

Vermerk 2:

Vermerk 3:

Prüfer: DS

HEIDENHAIN Referenzmessgerät: VM182

Identnummer: 317890-03      Seriennummer: X123456789

Achspannung X: -383.6 mm

Achspannung Y: -204.15 mm

Achspannung Z: -277.19 mm

Achspannung IV: 0 mm

Achspannung V: 0 mm

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?

Ja     Nein

OK    Abbruch    Hilfe

## Messablauf Rundtischvermessung (VMR)

### Maschinenreinigung

→ Reinigen Sie bitte sorgfältig den Bereich der Werkzeugmaschine an dem die Messungen durchgeführt werden, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen. Achten Sie insbesondere auf Späne und Schmiermittel- bzw. Ölreste, welche auf das Messgerät herabfallen könnten!



Geben Sie dem verwendeten Messgerät Zeit, sich an die Umgebungstemperatur anzupassen, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen! Sie vermeiden damit thermisch bedingte Fehler.

### Testprogramm

Ein typisches Testprogramm zur Rundtischvermessung im Linearverfahren mit Rückwärtszyklus könnte bei Maschinen ohne HEIDENHAIN-Steuerung (mit HEIDENHAIN-Steuerung kann das Maschinenprogramm direkt aus **ACCOM** übertragen werden) folgendermaßen aussehen:

**Teil 1, Vorwärtszyklus:** Das Winkelmessgerät steht zu Beginn auf dem Umkehrpunkt. Vorwärtsbewegung zum Nullpunkt, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes. Vorwärtsbewegung zur nächsten Position, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes,..., letzte Position, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes.

**Teil 2, Rückwärtszyklus:** Bewegung um den Umkehrweg nach vorwärts, Verweilzeit, Rückwärtsbewegung zur letzten Position, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes, Rückwärtsbewegung zum vorletzten Punkt, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes,..., Nullpunkt, Verweilzeit und automatische Erfassung des Messpunktes.

**Eventuelle weitere Zyklen:** Analog zum 1. Vorwärtszyklus würde dieser Zyklus auch mit einer Bewegung um den Umkehrweg nach rückwärts beginnen.



Vergewissern Sie sich, dass nicht eventuell „vergessene“ Kompensationsdaten in der Steuerung abgelegt sind, die eine unerwünschte Bewegung in eine falsche Richtung verursachen oder die Messergebnisse verfälschen könnten. Probieren Sie eventuell das Maschinenprogramm ohne Messgerät aus.

# Messablauf VMR

---

## Messaufbau

→ Vergewissern Sie sich, dass die PC-Zählerkarte **IK 220** entsprechend den Vorgaben des Benutzerhandbuches in Ihrem PC installiert wurde. Alternativ dazu können Sie die **EIB 741** verwenden. Achten Sie hierbei auf eine gültige Netzwerkverbindung entsprechend dem **EIB 741** Benutzer- und Installationshandbuch (Adresse und Netzmaske der TCP/IP Verbindung).  
Montieren Sie jetzt das Messgerät entsprechend den Vorgaben der Montageanleitung.



Bedenken Sie beim Anschließen der Messkabel an den Eingang X1 bzw. X11 der Zählerkarte, dass die Werkzeugmaschine sich während der Tests bewegt, geben Sie also ausreichend Lose!

→ **Vor dem Start von ACCOM** stecken Sie den beigelegten USB-Hardlock mit Id.-Nr.: 590 255 01 oder 590255-02 an eine freie USB Schnittstelle.

Nach Aufrufen des **ACCOM**-Programms gehen Sie wie folgt vor:

## 1. Einstellungen für das Winkelmessgerät und die Zählerkarte vornehmen

→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Winkelmessgerät* stellen sie die Parameter des verwendeten Winkelmessgerätes ein.

- **Zählrichtung:** Hier können Sie wahlweise die Zählrichtung vorgeben, oder die automatische Richtungserkennung (Menüpunkt *Messen > Richtungserkennung*) wählen.
- **Signalperioden / 360°:** Hier stellen Sie die Signalperioden/Umdrehung (Strichzahl) des von Ihnen verwendeten Messwertaufnehmers ein. Bei Endat Messgeräten wird die Strichzahl je 360° vom Winkelmessgerät automatisch eingelesen.

Eingabebereich: 16384 bis 180000 Striche

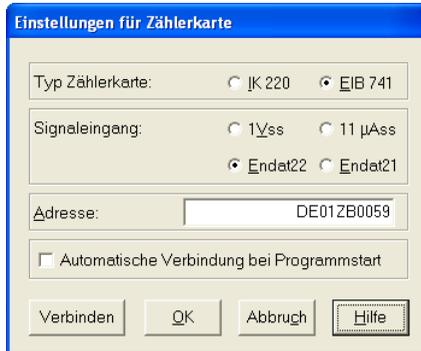


→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Winkelmessgerät* stellen sie die Parameter der Hardware, also der PC-Zählerkarte ein.

- **Typ Zählerkarte:** Hier wählen Sie den Typ der von Ihnen verwendeten Zählerkarte.
- **Signaleingang:** Hier wählen Sie die Art der Messsignale. Es werden 1Vss und 11µAss Geräte unterstützt. Mit der EIB 741 können auch Endat22 und Endat21 Geräte angeschlossen werden.
- **Adresse EIB 741:** Hier geben Sie die IP Adresse der **EIB 741** an (siehe **EIB 741**-Benutzerhandbuch). Alternativ kann auch der DHCP Hostname der **EIB 741** in einem Netzwerk eingegeben werden. Allerdings sind hier bei hohen Datenraten Verluste von Datenpaketen möglich (nicht zu empfehlen). Bei der **IK 220** entfällt diese Einstellung.
- **Automatische Verbindung beim Programmstart (nur EIB 741):** Wenn angewählt stellt ACCOM beim nächsten Programmstart die Verbindung zur **EIB 741** automatisch her. Dies setzt eine gültige Netzwerkverbindung voraus!
- **Prüfen (IK 220):** Hier können Sie anschließend die Funktionsfähigkeit der Karte überprüfen.
- **Verbinden/Trennen (EIB 741):** Die **EIB 741** kann hier mit dem PC verbunden werden.

# Messablauf VMR

---



Einstellungen für Zählerkarte

Typ Zählerkarte:  IK 220  EIB 741

Signaleingang:  1Vss  11 µAss  
 Endat22  Endat21

Adresse:

Automatische Verbindung bei Programmstart

Verbinden OK Abbruch Hilfe



Vergewissern Sie sich, dass Sie Typ, Adresse, und Signaleingang der Zählerkarte richtig eingetragen haben. Ist die Strichanzahl nicht korrekt eingestellt, so werden die Distanzen zu groß oder zu klein gemessen (entfällt bei Endatxx).

## Hinweis

Schließen Sie das Winkelmessgerät an den Eingang X1 (**IK 220**) bzw. X11 (**EIB 741**) der Zählerkarte an.



Wenn Sie Probleme haben, von der Zählerkarte Daten zu empfangen, überprüfen Sie mittels der auf der Treiber-CD mitgelieferten Testprogramme ob die Nutzung der Karte möglich ist.

## Hinweis

Falls Sie die Stärke der Messsignale eines Messgerätes kontrollieren möchten, so können Sie über den Menüpunkt *Messgeräte > Oszilloskop* die an der PC-Zählerkarte ankommenden Messsignale als Lissajous-Figuren am Bildschirm darstellen.

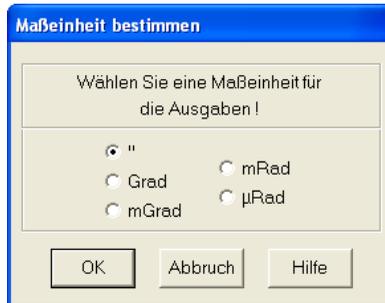


Wird eine zu geringe Signalstärke angezeigt, so kontrollieren Sie, ob die Einstellungen für das Messgerät stimmen, und das Messsystem korrekt installiert ist, und starten anschließend **ACCOM** neu. Lösen und fixieren Sie die Anschlüsse nur nach Beendigung von **ACCOM**!

## 2. Maßeinheit bestimmen

→ Über den Menüpunkt *Optionen > Maßeinheit* legen Sie die gewünschte Maßeinheit fest. Schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**.

- Sie können für die Ausgabe zwischen Winkelsekunden ("), Grad (°), Milligrad, Mikrorad und Millirad wählen.



### Hinweis

1" entspricht etwa 5 Mikrorad oder 5 µm pro m

# Messablauf VMR

## 3. Messparameter einstellen

→ Durch Aufrufen des Menüpunktes *Optionen > Parameter der Messung* oder durch Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, in dem Sie die **Parameter der Messung** einstellen.

**Parameter der Messung**

Messachs:  A-Achse  
 B-Achse  
 C-Achse

Triggerbedingungen:  
 Automatisch  Manuell

Positionsbereich: ± 0.1 \*

Stillstandsgeschwindigkeit: 2 \*/min

Festlegung der Soll-Positionen:  
Positionsliste:  
0.0000  
30.0000  
60.0000  
90.0000  
120.0000  
150.0000  
180.0000  
210.0000  
240.0000  
270.0000  
300.0000  
330.0000

Anzahl Positionen: 12

1./2. Punkt...  
1./letzter Punkt...  
1.P./Schrittweite...  
alle Punkte...

Messzyklen: 5

Umkehrwinkel: 5 \*

Verweilzeit: 1 s

Messverfahren:  Rotatorisch  
 Standard  Quasi-Pilger

Rückwärtszyklus

Prüfe Überfahren der Messposition  
(Kann bei ISO 230-3 Messungen ausgeschaltet werden. Bei Standardmessungen nach ISO 230-2 bitte aktivieren.)

OK Abbruch Hilfe

- **Messachs:** Wählen Sie hier die verwendete Messachs.
- **Anzahl der Positionen:** Wird automatisch bei der Festlegung der Soll-Positionen bestimmt.
- **Festlegung der Soll-Positionen:** Grundsätzlich haben Sie die Wahl zwischen 3 Möglichkeiten:

**1./2. Punkt**

**1./letzter Punkt**

**1. Punkt/Schrittweite**

**alle Punkte**

**1./2. Punkt:** Nach Klicken auf den Knopf geben Sie im folgenden Dialogfenster den 1. Messpunkt und den 2. Messpunkt sowie die Anzahl der Positionen ein(einschließlich der ersten und letzten). **ACCOM** berechnet automatisch alle Messpunkte und zeigt sie in der **Positionsliste** an.

**1./letzter Punkt:** Nach Klicken auf den Knopf geben Sie im folgenden Dialogfenster den 1. Messpunkt und den letzten Messpunkt sowie die Anzahl der Positionen ein (einschließlich der ersten und letzten). **ACCUM** berechnet automatisch alle Messpunkte und zeigt sie in der **Positionsliste** an.

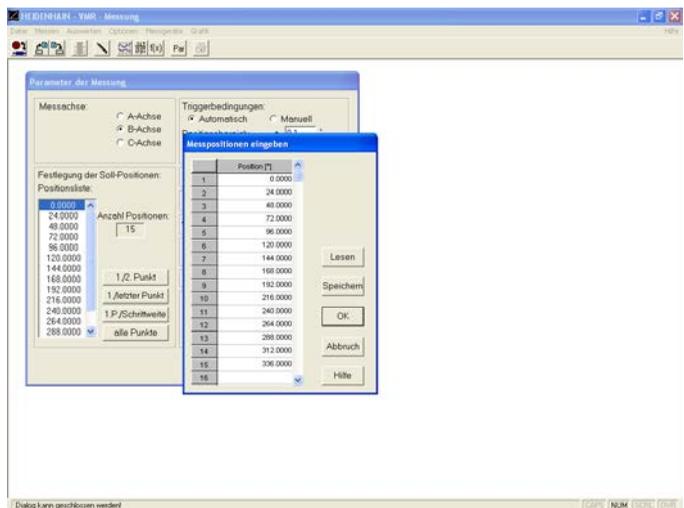
**1. Punkt/Schrittweite:** Nach Klicken auf den Knopf geben Sie im folgenden Dialogfenster den 1. Messpunkt und die Schrittweite zwischen den Messpunkten die Anzahl der Positionen ein (einschließlich der ersten und letzten).

**ACCUM** berechnet automatisch alle Messpunkte und zeigt sie in der **Positionsliste** an.

**Alle Punkte:** Nach Klicken auf den Knopf können Sie im folgenden Dialogfenster sämtliche Positionen eingeben, welche danach in der **Positionsliste** angezeigt werden.

## Hinweis

Die Sollpositionen müssen in monoton steigender oder monoton fallender Reihenfolge eingegeben werden!



## Hinweis

Mit **Speichern** können Sie die Datei unter einem beliebigen Namen speichern, und anschließend mit dem Editor oder einem Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Microsoft Excel oder Open Office) nachbearbeiten. Auf diese Weise können sie auch zufallsverteilte Positionswerte erzeugen. Mit **Lesen** können Sie fertige Dateien in das Messprogramm laden.

• **Triggerbedingungen-manuell:** In dieser Einstellung müssen Sie das Erreichen der Messpositionen manuell bestätigen.

# Messablauf VMR

---

- **Triggerbedingungen-automatisch:**

**Positionsbereich:** Geben Sie hier die Größe des Positionsfensters (Sollposition  $\pm$  Positionsbereich) an, innerhalb dessen die Positionswerte noch liegen dürfen um bei automatischer Positionserkennung erfasst zu werden. Wählen Sie den Bereich nicht zu klein, um Messungen auch bei größeren Abweichungen nicht unterbrechen zu müssen.

**Stillstandsgeschwindigkeit:** Zur automatischen Positionserkennung muss die Positionsänderung kleiner als die hier gewählte Stillstandsgeschwindigkeit sein.

- **Anzahl der Messzyklen:** Hier geben Sie an, wie oft hintereinander die Sollpositionen angefahren werden sollen. Vorher müssen Sie auf **Rückwärtszyklus** (Positionen werden auch rückwärts angefahren) geklickt haben, sonst ist nur 1 Vorwärtszyklus möglich.

- **Umkehrwinkel:** Ist der Drehwinkel, welcher verfahren wird, damit die gleiche Sollposition aus der Gegenrichtung angesteuert wird. Von **ACCOM** wird die Umkehrbewegung nach dem halben Umkehrwinkel erkannt. Bei extrem hohen Verfahrgeschwindigkeiten sollten sie am Ende des Umkehrwinkels eine Verweilzeit ins NC-Programm eingeben.

- **Verweilzeit:** Hier legen Sie fest, wie lange an einer Position gewartet wird, bis die nächste Position angefahren wird. Die Messwerterfassung durch **ACCOM** erfolgt automatisch nach der halben Verweilzeit.

- **Messverfahren-linear:** Alle Positionen werden der Reihe nach angefahren.

- **Messverfahren-Rotatorisch:** Die Positionierbewegung erfolgt über die eingegebene Anzahl der Messzyklen vorwärts, und anschließend nach einer Umkehrbewegung rückwärts bis zum Startpunkt. Letzter Positionspunkt muss kleiner als  $360^\circ$  sein.

- **Messverfahren-Quasi-Pilgerschritt:** Jede Soll-Position wird so oft in positiver und negativer Richtung angefahren, wie Sie in der Anzahl der Messzyklen festgelegt haben. Dieses Verfahren wird der Reihe nach auf alle Positionen angewendet.

- **Rückwärtszyklen:** Hier geben sie an, ob die Soll-Positionen auch rückwärts angefahren werden sollen. Sind die Rückwärtszyklen nicht angekreuzt, kann nur das **lineare** Messverfahren mit **einem** Vorwärtszyklus durchgeführt werden.

- **Prüfe Überfahren der Messposition:**

Bei Standardmessungen nach ISO 230-2 sollte diese Option aktiviert sein. Damit führt das Überfahren einer Messposition zu einem Messabbruch.

Bei ISO 230-3 Messungen, die beispielsweise zusätzlich zu den Zyklen mit den Messpositionen noch weitere Zyklen zur Achserwärmung beinhalten, muss die Überprüfung der Messpositionen ausgeschaltet werden. ACCOM würde sonst die Messung beenden wenn die Zwischenzyklen das Überfahren der Messpositionen beinhalten.

## Positionsanzeige

Über den Menüpunkt *Messgeräte > Positionsanzeige* können Sie die Positionsanzeige für das angeschlossene Messgerät aufrufen, und z.B. die positive Zählrichtung des Winkelmessgeräts überprüfen. Rufen Sie diese Funktion nach Setzen der Position (siehe Punkt 6, Bezugspunkt setzen) auf, so sollten Sie vor Testbeginn nochmals überprüfen, ob Ihr Nullpunkt korrekt eingestellt ist, und diesen gegebenenfalls neu setzen.



| Position | Value     |
|----------|-----------|
| X11:     | 14.6723 ° |
| X12:     | 0.0000 °  |

Anzeige:  Dezimal  Sexagesimal

Nachkommastellen: 4

Reset Abbruch Hilfe

# Messablauf VMR

## 4. NC-Schnittstelle festlegen

→ Falls Sie das Messprogramm von **ACCOM** an eine HEIDENHAIN-Steuerung übertragen möchten, öffnen Sie über den Menüpunkt *Optionen > NC-Programmerzeugung* das Dialogfenster, in dem Sie die TCP/IP-Verbindung konfigurieren.

Parameter der NC-Programmerzeugung

Modus:  HEIDENHAIN-Klartext  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO  
 DIN/ISO Optionen...

Vorschub:  /min

Vorschub an jeden Satz anfügen

Programm-Name:

Nachkommastelle:  0.001 \*  0.0001 \*  
 0.00001 \*  0.000001 \*

M-Funktionen:

M-Funktionen an jeden Satz anfügen

TNC Verbindungsdaten:

TCP/IP Adresse:

- **Modus:** Wählen Sie zwischen HEIDENHAIN-Format, HEIDENHAIN DIN/ISO oder allgemeinem DIN/ISO-Format.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Kreisbewegung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min bzw.  
0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Programm-Name:** Hier geben Sie dem Programm einen Namen (Extension .H / .I steht für HEIDENHAIN bzw. HEIDENHAIN DIN/ISO. \*.txt wird für ein DIN/ISO Programm angeboten).
- **Nachkommastelle:** Stellen Sie hier die Nachkommastelle der NC-Programme ein.
- **M-Funktionen:** Geben Sie hier zusätzlich für den Programmablauf benötigte M-Funktionen an. Die M-Funktionen werden an den ersten NC-Satz angefügt.  
Beispiel im NC-Programm: **2 L X0 F1000 M31**

- **TCP/IP Adresse:** Hier stellen Sie die TCP/IP Adresse (IP-Adresse oder DHCP-Name) der Steuerung für die Datenübertragung über eine Netzwerkverbindung ein.

## Optionen der G-Code Ausgabe

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster das Ausgabeformat für DIN/ISO an Ihre Steuerung anzupassen.

The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Parameter der NC-Programmerzeugung". It has a tabbed interface. The top tab is "Modus" with three radio buttons: "HEIDENHAIN-KIartext", "HEIDENHAIN-DIN/ISO", and "DIN/ISO" (which is selected). There is an "Optionen..." button to the right. The second tab is "GCode Optionen" and contains several settings: "Ausgabe Position" with radio buttons for "Inkrementell" and "Absolut" (selected); "Kreismittelpunkt" with radio buttons for "Inkrementell" (selected) and "Absolut"; "Vorschub" with radio buttons for "Inch/min" (selected) and "0.1 Inch/min"; and a checkbox "Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:" which is unchecked. At the bottom of this tab are "OK", "Abbruch", and "Hilfe" buttons. Below the "GCode Optionen" tab are two input fields: "Zusätzliche Zeilen am Programmanfang:" with "G54" entered, and "Zusätzliche Zeilen am Programmende:" with "M30" entered. At the bottom of the entire dialog are "OK", "Abbruch", and "Hilfe" buttons.

- **Ausgabe Position:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe (G90/G91). Die absolute Ausgabe erfordert meist einen festen Bezugspunkt (z.B. G54).
- **Kreismittelpunkt:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe des Kreismittelpunktes (G2/G3). Die inkrementelle Ausgabe des Kreismittelpunktes bezieht sich auf die Startposition des Kreises.
- **Vorschub:** Nur INCH: Wählen Sie zwischen der Vorschubausgabe in Inch/min oder 0.1Inch/min (z.B. HEIDENHAIN TNC).
- **Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:** Hier können Sie auswählen, ob am NC-Programmanfang G71/G70 verwendet werden soll.

# Messablauf VMR

---

Im Dialogfenster *Parameter der NC-Programmerzeugung* kann für die Ausgabe im DIN/ISO Format noch folgendes eingestellt werden:

- **Zusätzliche Zeilen am Programmanfang:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmanfang definieren.

Beispiel: G54

- **Zusätzliche Zeilen am Programmende:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmende definieren.

Beispiel: M30

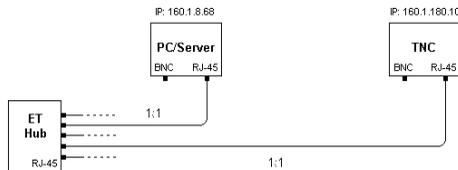
## Konfiguration des Netzkabels

Anschluss an 10BaseT (X25) der TNC: Verbinden Sie die TNC mit einem (evtl. gekreuzten) Kabel direkt mit dem PC oder mit einem ungekreuzten Kabel mit einem Hub oder Switch des Firmennetzwerks.

### Hinweis

Peer-to-Peer (Direktverbindung): Hier muss die IP-Adresse des PCs in der *Systemsteuerung / Netzwerkeinstellungen* unter *TCP/IP-Protokoll / Eigenschaften* eingestellt werden (abhängig vom Betriebssystem). Grundeinstellung ist für ein Firmennetzwerk, dass die IP-Adresse automatisch vom Server bezogen wird.

## LAN (Netzwerk) mit 1:1 Kabel

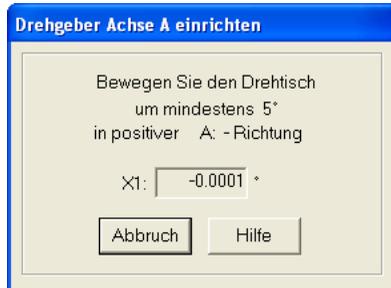


## Peer-to-Peer (Direktverbindung) evtl. mit gekreuztem Kabel!!



## 5. Richtungserkennung

→ Vor der ersten Messung muss **ACCOM** die positive Zählrichtung der Drehbewegung kennen. Im Menüpunkt *Messen > Richtungserkennung* fordert Sie **ACCOM** auf, eine Drehbewegung in die im Dialogfenster geforderte Richtung im dort angegebenen Ausmaß durchzuführen. Dieser Menüpunkt wird nicht angeboten, wenn Sie unter *Optionen > Einstellungen für Winkelmessgerät* die Zählrichtung explizit angeben.



# Messablauf VMR

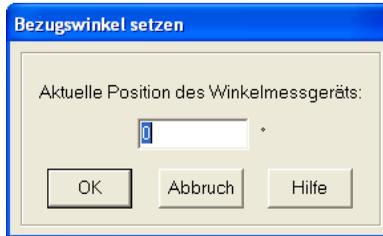
---

## 6. Bezugspunkt setzen

→ Im Menüpunkt *Messen > Bezugspunkt setzen* weisen Sie **ACCOM** in Übereinstimmung mit der Steuerung einen Positionswert zu.

### Beispiel:

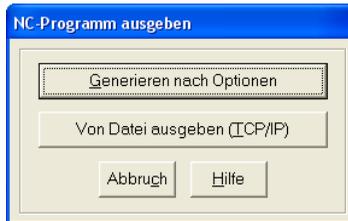
Befindet sich die Messachse in der Startposition (z.B. 0°), so weisen Sie dieser Position den Wert (auch 0°) zu.



Vergessen Sie im Zusammenhang mit „Bezugspunkt setzen“ und „Richtungserkennung“ nicht den Einfluss des Umkehrspieles der NC-Achsen auf die Messung, besonders beim Start der Messung.

## 7. NC-Programm generieren und übertragen

→ Falls Sie ein NC-Programm generieren und übertragen wollen, wählen Sie über den Menüpunkt *Datei > NC-Programm ausgeben*, in welcher Form Sie das NC-Programm übertragen möchten.



- **Generieren nach Optionen:** Nach Anklicken erscheint das Dialogfenster „Generiere NC-Programm für Messung“, in dem Sie die Parameter für das NC-Programm festlegen.
- **Von Datei ausgeben (TCP/IP):** Ein fertiges NC-Programm wird in der Betriebsart TCP/IP über eine Netzwerkverbindung zur NC-Steuerung übertragen.

### Hinweis

Alternativ können Sie für die Übertragung eines fertigen NC-Programms das HEIDENHAIN PC-Tool TNCRemo verwenden.



- **Modus:** Wählen Sie hier das Format des NC-Programms.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Positionierbewegung erfolgen soll. Die Eingabe erfolgt in °/min.
- **Programmname:** Im TCP/IP-Modus hängen Sie an den Namen des NC-Programms die Extension .H/.I für HEIDENHAIN- oder DIN/ISO-Format an.
- **Messachse:** Klicken Sie auf die verwendete Maschinenachse.

# Messablauf VMR

---

- **Speichern:** Durch Anklicken können Sie das NC-Programm speichern.
- **Abbruch:** Durch Anklicken können Sie das Dialogfenster schließen.
- **Senden mit:** Wählen sie durch Anklicken die Betriebsart. Beginnen Sie die Programmübertragung erst dann durch Klicken auf **Ja**, wenn TNC und PC bereit sind.

Es wird nun ein NC-Programm für die Rundtischvermessung generiert und zur TNC übertragen. Über TCP/IP-Modus kann vom PC aus ein Zielverzeichnis auf der TNC angewählt werden.



Für einen korrekten Ablauf des NC-Programms gelten folgende Voraussetzungen:

1. Die Drehachse muss bei Programmstart auf dem Startpunkt stehen.
2. Auf der Steuerung ist das richtige Programm gewählt.



Die TNC antwortet nicht, wenn keine Netzwerkverbindung besteht.

## 8. Messprotokoll erstellen

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* bzw. Klicken auf das Symbol wählen Sie das Messprotokoll für die jeweilige Messung aus, in dem Sie im Protokollfenster Angaben zu den Messungen machen können. Sie können durch Klicken auf **Ja** oder **Nein** entscheiden, ob das **Protokollfenster** nach jeder Messung automatisch geöffnet werden soll.

**Protokoll der Messung 1**

Kunde:

Maschinentyp:

SNr. / Baujahr:  /

Vermerk 1:

Vermerk 2:

Vermerk 3:

Prüfer:

HEIDENHAIN Referenzmessgerät:

Identnummer:  Seriennummer:

Achsposition X:  mm

Achsposition Y:  mm

Achsposition Z:  mm

Achsposition IV:  mm

Achsposition V:  mm

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?  
 Ja  Nein

Wenn Sie nur die Protokolldaten für Messung 1 eingeben, so werden diese automatisch für die anderen Messungen herangezogen. Die Protokolle können auch später im Zuge der Auswertung jederzeit nachbearbeitet und gespeichert werden. **ACCOM** speichert diese Angaben zusammen mit den Messdaten und druckt Sie in den Menüpunkten *Auswerten > Rohdaten*, *Auswerten > Kenndaten* und *Grafik > Drucken* aus.

## Hinweis

Für den Ausdruck muss das HEIDENHAIN Referenzwinkelmessgerät mit Identnummer und Seriennummer angegeben werden.

# Messablauf VMR

---

## 9. Einstellungen zur automatisierten Messung

→ Falls Sie den Messablauf automatisieren möchten, können Sie optional über den Menüpunkt *Messen > Einstellungen* das Dialogfenster öffnen und dort den Ablauf festlegen.

**Einstellungen der Messung**

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?

Ja  Nein

Grafik automatisch nach der Messung drucken:

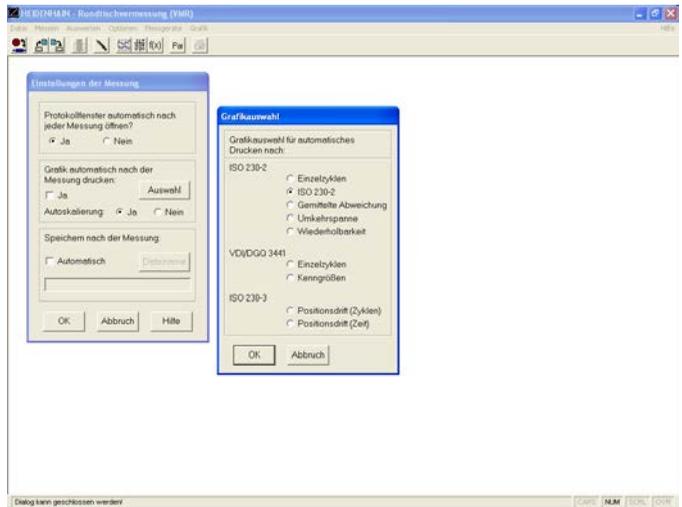
Ja

Autoskalierung:  Ja  Nein

Speichern nach der Messung:

Automatisch

- **Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen:**
  - Ja:** Das Protokollfenster wird nach jeder Messung geöffnet.
  - Nein:** Sie können die Protokolleinträge später vornehmen.
- **Grafik automatisch nach der Messung drucken:**
  - Ja:** Klicken Sie weiter auf den Knopf **Auswahl**, um über das Dialogfenster die Art des Ausdrucks festzulegen.
  - Autoskalierung – Ja/Nein:** Wählen Sie, ob die Skalierung der Grafik automatisch erfolgen soll.



- **Speichern nach der Messung:**

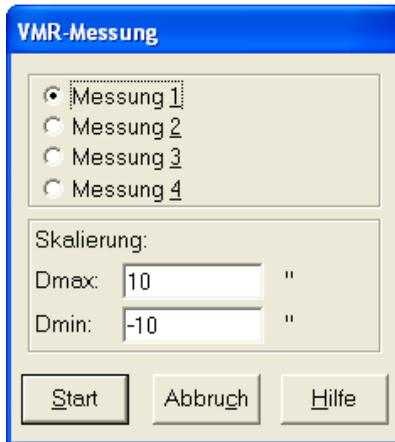
**Automatisch:** Wenn sie die Messung automatisch speichern lassen möchten, dann geben sie auch über Klicken auf **Dateiname** den Namen und den Dateipfad an.

# Messablauf VMR

---

## 10. Messung starten

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messung starten* bzw. Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie nach Eingabe der Darstellungs- Parameter die Messung starten können.



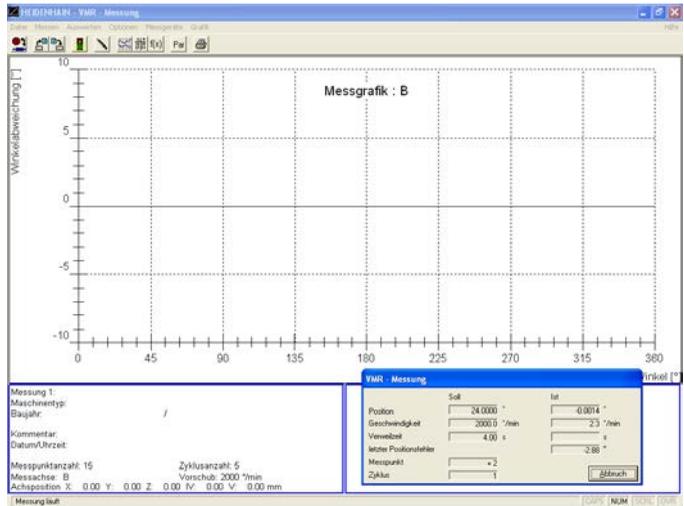
- **Messung 1-4:** Klicken Sie auf die Nummer, unter welcher die Messung später dargestellt werden soll.
- **Skalierung Dmax/Dmin:** Hier geben Sie die obere und untere Grenze der zu erwartenden Abweichungen ein. Die Skalierung kann bei der späteren Auswertung jederzeit geändert werden.



Für einen korrekten Messablauf gelten folgende Bedingungen:

1. Die in **ACCOM** eingegebenen Parameter der Messung entsprechen der Realität.
2. Die Messachse samt Messgerät befindet sich auf der Startposition.
3. Das richtige NC-Programm ist ausgewählt.

→ **Start:** Nach Klicken auf diesen Knopf wartet **ACCOM** auf den Beginn der Messung. Starten Sie nun das Messprogramm auf der Werkzeugmaschine. Der Stand der Messung wird auf dem Bildschirm angezeigt. Sie können die Messung mit **Abbruch** beenden.



Bei Verwendung des von **ACCOM** generierten NC-Programms sollte das Winkelmessgerät bei Messbeginn auf der Umkehr-Position stehen. Nach der folgenden Vorwärtsbewegung zum Startpunkt beginnt die Messwertaufnahme.

Falls Sie den Messablauf nicht automatisiert haben, erscheint nach Beendigung der Messung ein Dialogfenster zur Datenspeicherung.

Über *Messen > Messung starten* können Sie weitere Messungen starten.

# Messablauf VMR

## Temperaturtabelle eingeben

Falls Sie zur späteren Verwendung die Umgebungstemperatur und eine weitere Temperatur speichern wollen, muss als Voraussetzung im Menüpunkt *Auswerten > Richtlinie* die Norm ISO 230-3 eingestellt sein. Dann öffnen Sie über den Menüpunkt *Auswerten > Temperaturtabelle* ein Dialogfenster, in dem Sie zyklusweise die Temperatur eingeben können.

## Hinweis

Es genügt, wenn Sie mindestens 2 Temperaturwerte eingeben, dazwischen wird die Temperaturkurve linear interpoliert.

Speichern Sie die Datei anschließend über den Menüpunkt *Datei > Messung speichern*.

|    | Zyklus | Zeit [min] | Umgeb. Temp. [°C] | Temperatur [°C] |
|----|--------|------------|-------------------|-----------------|
| 1  | 1      | 0.00       | 21.0              | 0.0             |
| 2  | 2      | 2.42       | 0.0               | 0.0             |
| 3  | 3      | 4.83       | 0.0               | 0.0             |
| 4  | 4      | 7.27       | 0.0               | 0.0             |
| 5  | 5      | 9.68       | 0.0               | 0.0             |
| 6  | 6      | 12.12      | 0.0               | 0.0             |
| 7  | 7      | 14.53      | 22.0              | 0.0             |
| 8  | 8      | 16.97      | 0.0               | 0.0             |
| 9  | 9      | 19.38      | 0.0               | 0.0             |
| 10 | 10     | 21.82      | 0.0               | 0.0             |
| 11 | 11     | 24.23      | 0.0               | 0.0             |
| 12 | 12     | 26.67      | 0.0               | 0.0             |
| 13 | 13     | 29.08      | 0.0               | 0.0             |
| 14 | 14     | 31.50      | 0.0               | 0.0             |
| 15 | 15     | 33.93      | 22.0              | 0.0             |

Skalierung Temperaturachse:  
 fest  automatisch

von:  °C bis  °C

OK  
Abbruch  
Hilfe

## 11. Messung öffnen

→ Über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie Messdaten zur weiteren Auswertung und Darstellung laden. Es erscheint der folgende Bildschirm.



Über dieses Dialogfenster haben Sie die Möglichkeit, die Messungen in beliebiger Reihenfolge zu öffnen. Wenn Sie im Rahmen der weiteren Auswertung oder Darstellung neue Messkurven auf den Bildschirm holen möchten, so geschieht dies ebenfalls über diesen Menüpunkt.



Mit *Datei > Messung öffnen* werden die Messungen ins System geladen, dies ist Voraussetzung für die Darstellung. Ob und wie die Messkurven dargestellt werden beeinflussen Sie über den Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen* (siehe auch Kapitel 15, grafische Darstellung).

# Messablauf VMR

## 12. Rohdaten auswerten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Rohdaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Rohdaten der Messung betrachten.

**ACCOM** zeigt jede gemessene Sollposition samt zugehörigen Abweichungen in Grad und der gewählten Maßeinheit (siehe Kapitel 2, Maßeinheit bestimmen) an.

| Pos. | Zyklus | Richtung | Sollposition [°] | Istposition [°] | Differenz [°] |
|------|--------|----------|------------------|-----------------|---------------|
| 1    | 1      | +        | 0.0000           | 0.0010          | 3.5856        |
| 1    | 1      | -        | 0.0000           | 0.0122          | 43.9812       |
| 1    | 2      | +        | 0.0000           | 0.0012          | 4.3596        |
| 1    | 2      | -        | 0.0000           | 0.0122          | 43.8408       |
| 1    | 3      | +        | 0.0000           | 0.0012          | 4.4640        |
| 1    | 3      | -        | 0.0000           | 0.0121          | 43.6284       |
| 1    | 4      | +        | 0.0000           | 0.0012          | 4.4640        |
| 1    | 4      | -        | 0.0000           | 0.0122          | 43.8048       |

## Hinweis

Gespeicherte Messungen werden in einer ASCII-Datei abgelegt. Die Rohdaten sind darin zeilenweise und durch Tabulator getrennt abgelegt. Sie können diese Datei zur weiteren Bearbeitung auch in Programme wie Matlab, Origin, Open Office oder Microsoft Excel laden bzw. importieren.

Zum **Ausdrucken** der Rohdaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

## 13. Richtlinie der Auswertung wählen

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Richtlinie* können Sie die zur weiteren Auswertung verwendete Norm auswählen:

**ISO 230-2**

**VDI/DGQ 3441**

**ISO 230-3**



## 14. Kenndaten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Kenndaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die aus den Messdaten berechneten Kenndaten nach **ISO 230-2** bzw. **VDI/DGQ 3441** darstellen lassen.

Zum **Ausdrucken** der Kenndaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

# Messablauf VMR

- Beispiel der Kenndaten nach ISO 230-2

**Kenndaten der Messung 1 nach ISO 230-2**

Kunde: Mustermann  
 Maschinentyp: Testmaschine  
 SNr. / Baujahr: /  
 Achsposition:  
 X: 0,0000 mm Y: 0,0000 mm Z: 0,0000 mm IV: 0,0000 mm V: 0,0000 mm

Dateiname: motorgebe-VMR Messart: VMR Messverfahren: Linear  
 Umkehrweg: 1,00 " Positionsanzahl: 15 Messachse: A  
 Verweilzeit: 3,00 s Messzyklen: 5  
 Vorschub: 420 \*/min

Motor mit Geber  
 5x1 Umdrehung vor/zurück

| Pos. | Sollpos. [°] | + Xmit ["] | - Xmit ["] | Xmit ["] |
|------|--------------|------------|------------|----------|
| 1    | 0,0000       | 4,23       | 43,78      |          |
| 2    | 24,0000      | 9,87       | 48,82      |          |
| 3    | 48,0000      | 15,90      | 56,10      |          |
| 4    | 72,0000      | 13,11      | 52,50      |          |
| 5    | 96,0000      | 14,31      | 52,49      |          |
| 6    | 120,0000     | 17,87      | 50,33      |          |

Messachse: B: 43.31 " R: 43.97 " bei 288.00 "  
 B mit: -36.53 " R+: 1.48 " bei 0.00 "  
 M: 21.08 " R-: 1.36 " bei 312.00 "  
 A: 61.11 " A+: 22.57 " A-: 22.81 "  
 E: 60.35 " E+: 22.12 " E-: 22.01 "

Messdatum: 29.07.1999 15:56:02 Prüfer: DS

- Beispiel der Kenndaten nach VDI/DGQ 3441

**Kenndaten der Messung 1 nach VDI/DGQ 3441**

Kunde: Mustermann  
 Maschinentyp: Testmaschine  
 SNr. / Baujahr: /  
 Achsposition:  
 X: 0,0000 mm Y: 0,0000 mm Z: 0,0000 mm IV: 0,0000 mm V: 0,0000 mm

Dateiname: motorgebe-VMR Messart: VMR Messverfahren: Linear  
 Umkehrweg: 1,00 " Positionsanzahl: 15 Messachse: A  
 Verweilzeit: 3,00 s Messzyklen: 5  
 Vorschub: 420 \*/min

Motor mit Geber  
 5x1 Umdrehung vor/zurück

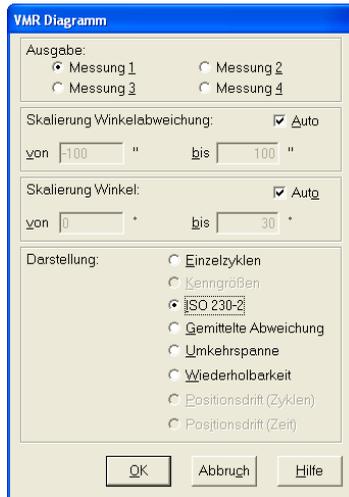
| Pos. | Sollpos. [°] | + Xmit ["] | - Xmit ["] | Xmit ["] |
|------|--------------|------------|------------|----------|
| 1    | 0,0000       | 4,23       | 43,78      |          |
| 2    | 24,0000      | 9,87       | 48,82      |          |
| 3    | 48,0000      | 15,90      | 56,10      |          |
| 4    | 72,0000      | 13,11      | 52,50      |          |
| 5    | 96,0000      | 14,31      | 52,49      |          |
| 6    | 120,0000     | 17,87      | 50,33      |          |

Messachse: U mit: 36.53 " U max: 43.31 " U min: 28.31 "  
 Ps mi: 1.14 " Ps max: 1.77 " Ps min: 0.64 "  
 P: 61.71 " Pa: 21.08 "

Messdatum: 29.07.1999 15:56:02 Prüfer: DS

## 15. Grafische Darstellung der Messergebnisse

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Grafikdarstellungen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie abhängig von der gewählten Auswerte-Richtlinie die Darstellungsweise der Messkurven auf dem Bildschirm festlegen.

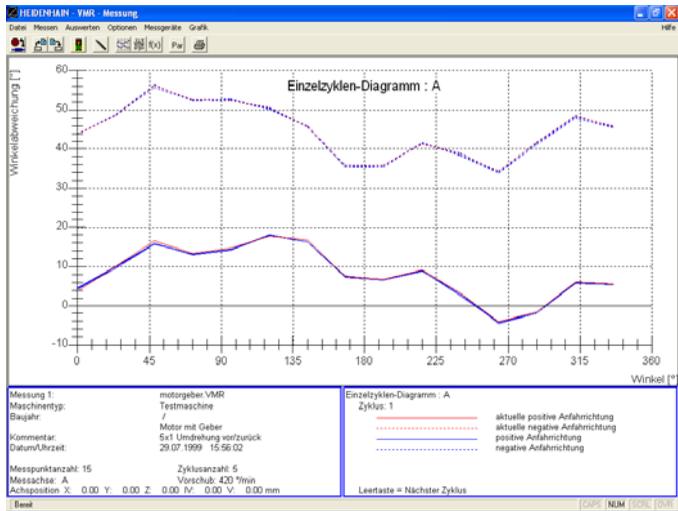


- **Ausgabe:** Wählen Sie die darzustellende Messung aus.
- **Skalierung Winkelabweichung:**
  - fest:** Geben Sie die obere und untere Grenze der Abweichungen an.
  - automatisch:** Die Skalierung wird automatisch durchgeführt.
- **Skalierung Winkel (Abszisse):**
  - fest:** Geben Sie die obere und untere Grenze der Abszisse an.
  - automatisch:** Die Skalierung der Abszisse wird automatisch durchgeführt.
- **Darstellung:** Die Darstellungsarten sind abhängig von der gewählten Auswerterichtlinie.
 

|               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| ISO 230-2:    | <b>Einzelzyklen</b>               |
|               | <b>ISO 230-2</b>                  |
|               | <b>Gemittelte Abweichung</b>      |
|               | <b>Umkehrspanne</b>               |
|               | <b>Wiederholbarkeit</b>           |
| VDI/DGQ 3441: | <b>Einzelzyklen</b>               |
|               | <b>Kenngrößen</b>                 |
| ISO 230-3:    | <b>Positionsdrift nach Zyklen</b> |
|               | <b>Positionsdrift nach Zeit</b>   |

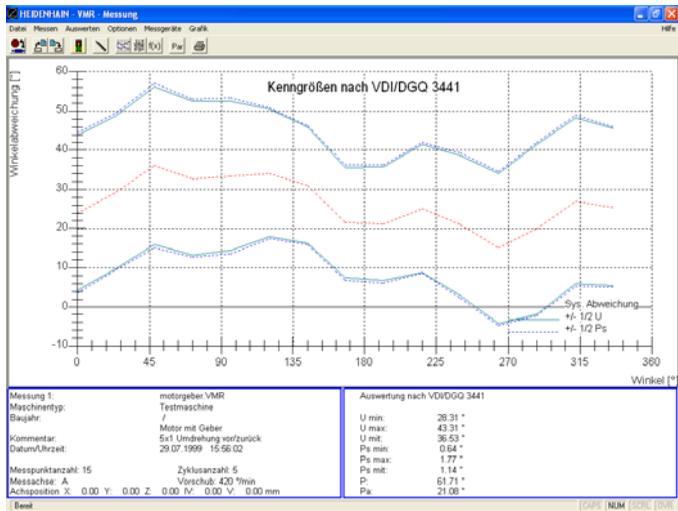
# Messablauf VMR

## • Einzelzyklen



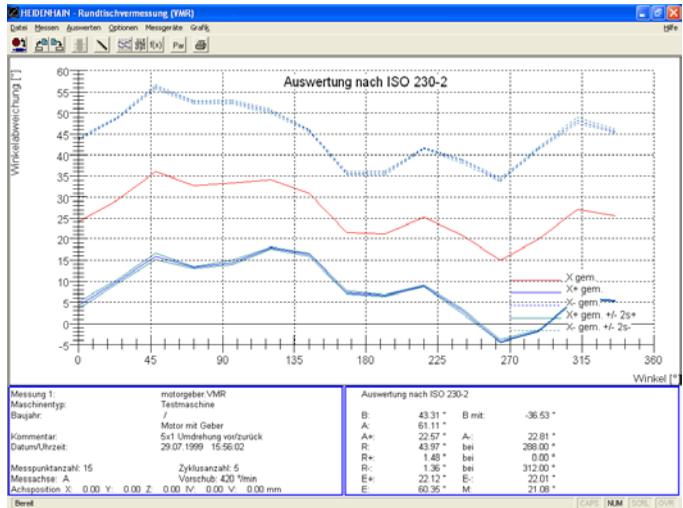
## • Kenngrößen

### Grafik nach der Norm VDI/DGQ 3441



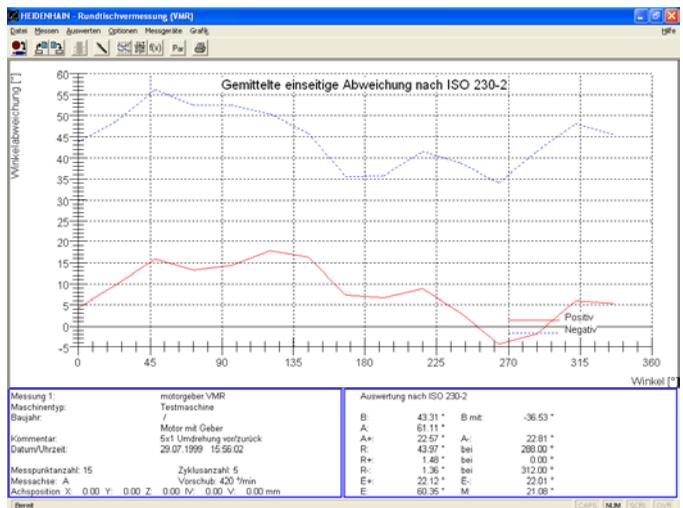
- ISO 230-2 Kenngrößen

Graphik nach der Norm ISO 230-2



- Gemittelte Abweichung

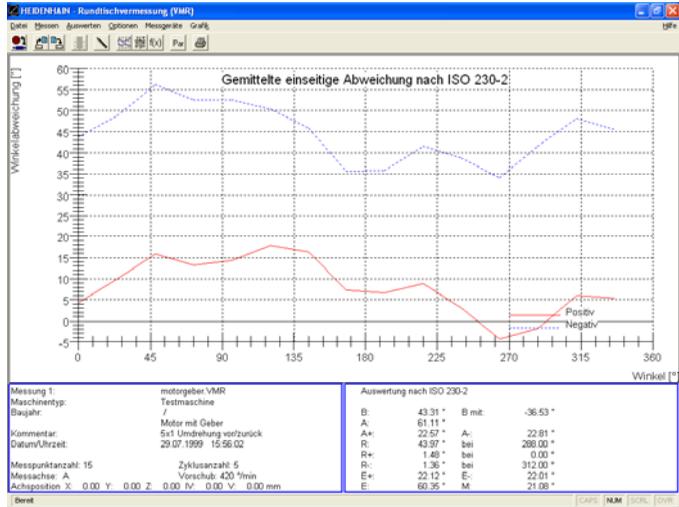
Graphik nach der Norm ISO 230-2



# Messablauf VMR

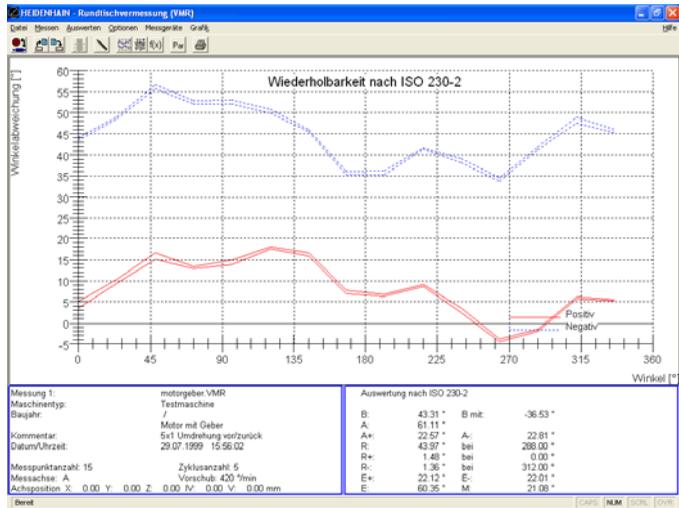
## • Umkehrspanne

Grafik nach der Norm ISO 230-2



## • Wiederholbarkeit

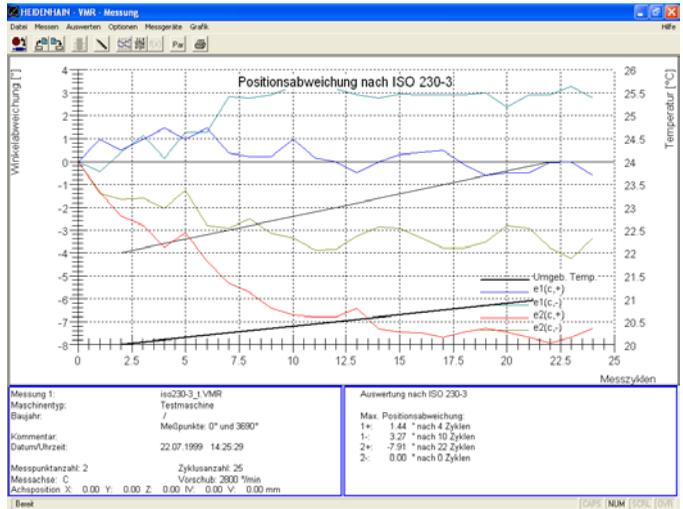
Grafik nach der Norm ISO 230-2



## • Positionsdrift (Zyklen)

Graphik nach der Norm ISO 230-3

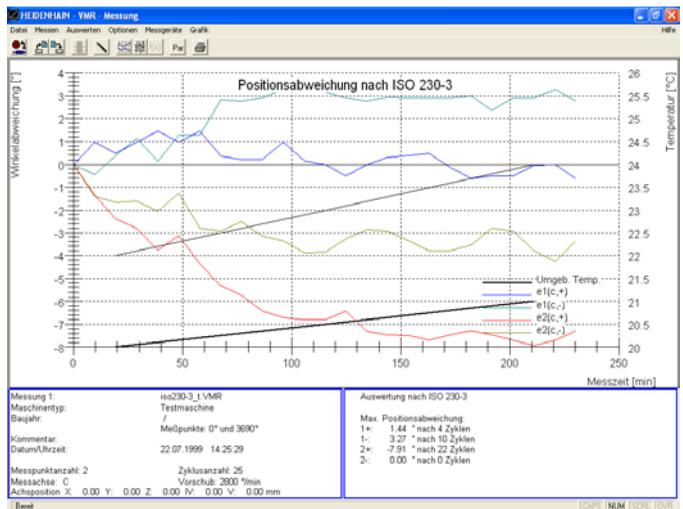
Temperatureingabe unter *Auswerten* > *Temperaturtabelle*.



## • Positionsdrift (Zeit)

Graphik nach der Norm ISO 230-3

Temperatureingabe unter *Auswerten* > *Temperaturtabelle*.



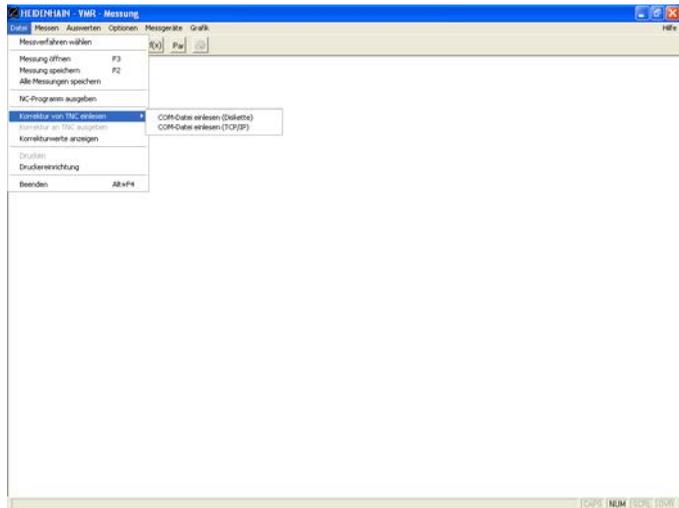
# Messablauf VMR

## 16. Linearkorrektur an NC-Steuerung durchführen

**ACCOM** bietet die Möglichkeit, die in den TNC-Steuerungen festgelegten Korrektur-Positionen einzulesen, und nach durchgeführter Messung die Korrekturwerte wieder auszugeben.

Gehen Sie zur Durchführung der Korrektur wie folgt vor:

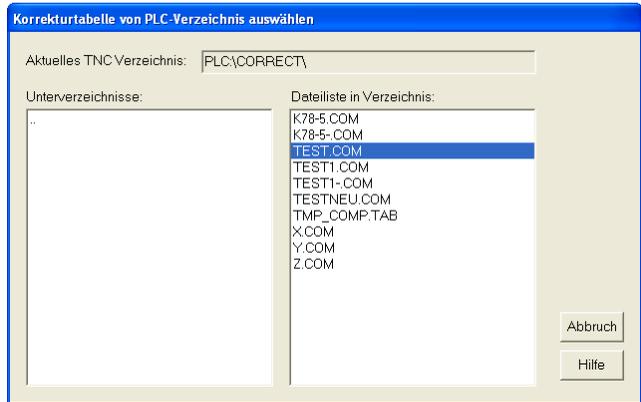
→ Vor Eingabe der Messparameter lesen Sie über den Menüpunkt *Datei > Korrektur von TNC einlesen* die in der TNC abgelegte Korrektur-Positionswertetabelle in **ACCOM** ein.



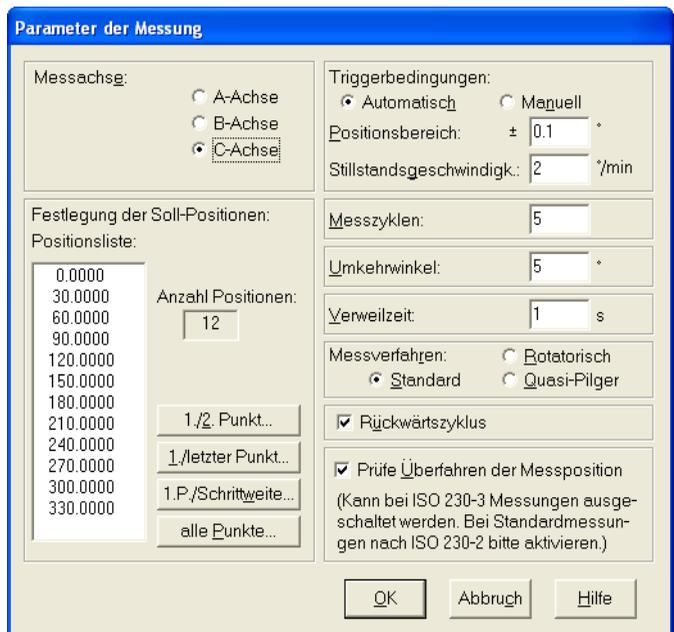
Im TCP/IP-Modus erscheint das folgende Fenster mit dem PLC-Verzeichnis der HEIDENHAIN Steuerung. Vor dem Zugriff auf die PLC-Partition ist es notwendig die PLC Schlüsselzahl einzugeben. Dazu erscheint einmalig ein Dialogfenster. Aus dem PLC-Verzeichnis kann die zu kompensierende nichtlineare Achskompensationstabelle explizit angegeben werden.

### Hinweis

Zum Anlegen einer neuen Tabelle siehe Technisches Handbuch der TNC.



→ Stellen Sie die Messparameter über den Menüpunkt *Optionen > Parameter der Messung* ein. Die Positionswerte werden von ACCOM automatisch aus der TNC-Korrekturtabelle übernommen.



→ Legen Sie die NC-Schnittstelle fest

→ Führen Sie jetzt die Richtungserkennung durch und setzen Sie die Position.

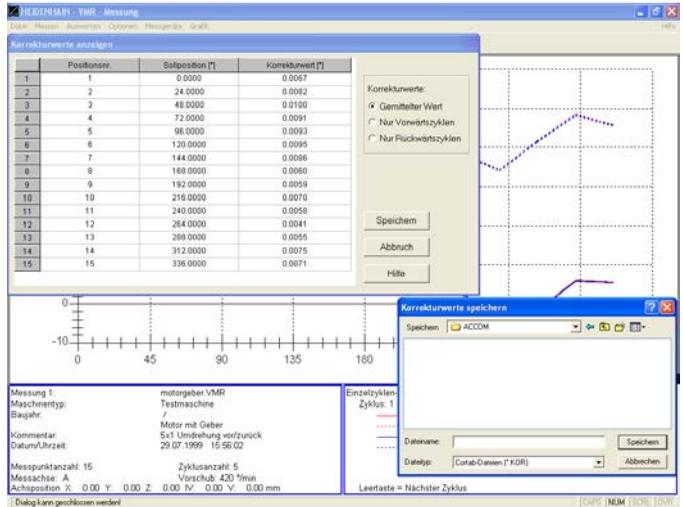
# Messablauf VMR

---

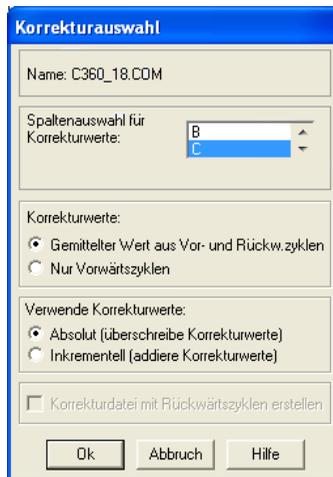
- Generieren und übertragen Sie das NC-Programm.
- Erstellen Sie das Messprotokoll.
- Führen Sie jetzt die Messung durch. Die Positionsabweichungen werden dann als Korrekturdaten verwendet.
- Nach der Messung erhalten Sie über den Menüpunkt *Datei* > *Korrekturwerte anzeigen* eine Liste der Korrekturwerte.
  - Sie können die über alle Messzyklen oder nur die über die Vorwärts- oder Rückwärtszyklen gemittelten Kompensationswerte anzeigen und speichern.

|    | Positionsnr. | Sollposition [°] | Korrekturwert [°] |
|----|--------------|------------------|-------------------|
| 1  | 1            | 0.0000           | 0.0067            |
| 2  | 2            | 24.0000          | 0.0082            |
| 3  | 3            | 48.0000          | 0.0100            |
| 4  | 4            | 72.0000          | 0.0091            |
| 5  | 5            | 96.0000          | 0.0093            |
| 6  | 6            | 120.0000         | 0.0095            |
| 7  | 7            | 144.0000         | 0.0086            |
| 8  | 8            | 168.0000         | 0.0060            |
| 9  | 9            | 192.0000         | 0.0059            |
| 10 | 10           | 216.0000         | 0.0070            |
| 11 | 11           | 240.0000         | 0.0058            |
| 12 | 12           | 264.0000         | 0.0041            |
| 13 | 13           | 288.0000         | 0.0055            |
| 14 | 14           | 312.0000         | 0.0075            |
| 15 | 15           | 336.0000         | 0.0071            |

- Wenn Sie auf Speichern klicken können Sie die ASCII-Datei auch mit Microsoft Excel oder Open Office lesen.



→ Geben Sie jetzt über den Menüpunkt *Datei > Korrektur an TNC ausgeben* die Korrekturtabelle aus. Es erscheint folgendes Dialogfenster für die Auswahl der Korrekturwerte.



- **Spaltenauswahl:** Wählen Sie die zu korrigierende Spalte der Korrekturwerttabelle aus.

- **Korrekturwerte:**

# Messablauf VMR

---

**Gemittelter Wert:** Es wird der gemittelte Wert der Positionsabweichungen aus Vor- und Rückwärtszyklen verwendet.

**Nur Vorwärtszyklen:** Es werden nur die Vorwärtszyklen zur Berechnung der Positionsabweichung verwendet.

- **Verwende Korrekturwerte:**

**Absolut:** Mit dieser Option werden bestehende Korrekturwerte in der angewählten zu korrigierenden Spalte überschrieben. Zu verwenden, wenn bei der Messung keine Achskorrektur aktiviert war, oder die Korrekturspalte leer ist.

**Inkrementell:** Mit dieser Option kann in eine bestehende **und** aktivierte Korrekturtable die Positionsabweichung aufaddiert werden.

- **Korrektur der Rückwärtszyklen:**

**TNC 640/TNC 620:** Es wird in der angewählten Tabelle die Spalte „BACKLASH“ mit den Korrekturwerten für die Rückwärtsbewegung beschrieben.

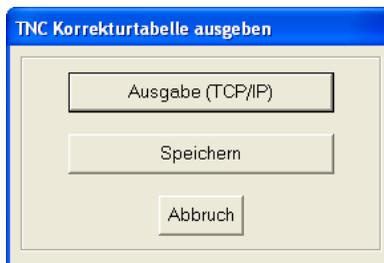
**iTNC 530:** Durch Anwahl dieser Option wird eine zweite Korrekturdatei generiert, in der die Positionsabweichungen der Rückwärtszyklen in die gleiche Spalte geschrieben werden. Diese Korrekturtable kann von aktuellen TNC Softwareständen für die negative Verfahrrichtung genutzt werden.

Beispiel: Name der Korrekturdatei **x.com** -> dann heißt die Datei für die Rückwärtsbewegung **x-.com**.

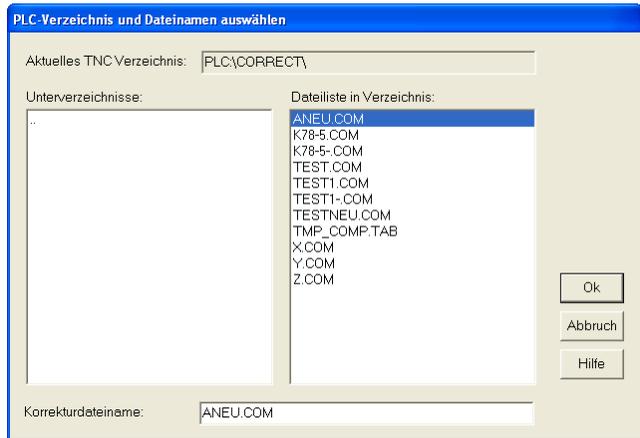
Nach dem Bestätigen mit Ok wird das Dialogfenster zur Ausgabe eingeblendet:

- **Ausgabe über Netzwerk(TCP/IP):** Die Ausgabe erfolgt über die Netzwerkverbindung.

- **Speichern:** Die Ausgabe erfolgt auf das Dateisystem.



Im TCP/IP Modus erscheint das folgende Fenster mit dem PLC-Verzeichnis der HEIDENHAIN Steuerung. Hier kann das Zielverzeichnis und der Dateiname der nichtlinearen Achskompensationstabelle explizit angegeben werden.



Führen Sie nach erfolgter Korrektur unbedingt eine Kontrollmessung durch.

# Messablauf VMR

---

## Farbeinstellungen der Grafik

Wenn Sie mit den **Farbeinstellungen der Grafik** nicht zufrieden sind, können Sie über den Menüpunkt *Optionen > Farbeinstellungen* die Farbe der Messkurven, des Koordinatensystems und des Grafikhintergrundes ändern.

## Optionen speichern/laden

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen speichern* können Sie diese Einstellungen speichern.

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen laden* können Sie diese Einstellungen aufrufen.

## Messgrafik exportieren

Wenn Sie die **Messgrafik** ohne Protokoll **als Datei exportieren** möchten, können Sie diese im Menüpunkt *Grafik > Speichern* als Bitmap speichern.

## Grafik drucken

**Drucken** können Sie die Grafik über den Menüpunkt *Grafik > Drucken*. **Druckereinstellungen** können über den Menüpunkt *Datei > Druckereinrichtung* geändert werden.

## Messung speichern

Falls Sie **Änderungen am Protokoll** vornehmen, können Sie diese über den Menüpunkt *Datei > Messung* speichern bzw. durch Klicken auf das Symbol **abspeichern**.

Alternativ können Sie auch über den Menüpunkt *Datei > Alle Messungen speichern* die Messdateien speichern.

## Bildschirm löschen

Falls Sie die Messkurven vom Bildschirm entfernen wollen, können Sie über den Menüpunkt *Grafik > Schließen* den **Bildschirm löschen**.

## Messprotokolle ändern

Falls Sie die **Messprotokolle ändern** möchten, können Sie über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* oder durch Klicken auf das Symbol das entsprechende Protokoll auswählen.

**Protokoll der Messung 1**

|                 |                          |  |
|-----------------|--------------------------|--|
| Kunde:          | Mustermann               |  |
| Maschinentyp:   | Testmaschine             |  |
| SNr. / Baujahr: | /                        |  |
| Vermerk 1:      | Motor mit Geber          |  |
| Vermerk 2:      | 5x1 Umdrehung vor/zurück |  |
| Vermerk 3:      |                          |  |
| Prüfer:         | DS                       |  |

HEIDENHAIN Referenzmessgerät: RPN 886

Identnummer: 355890-08      Seriennummer: X1234567890

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| Achsposition X:  | 0 | mm |
| Achsposition Y:  | 0 | mm |
| Achsposition Z:  | 0 | mm |
| Achsposition IV: | 0 | mm |
| Achsposition V:  | 0 | mm |

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?

Ja     Nein

OK    Abbruch    Hilfe

# Messablauf DBB

---

## Messablauf DBB Kreisformtest

### Maschinenreinigung

→ Reinigen Sie bitte sorgfältig den Bereich der Werkzeugmaschine an dem die Messungen durchgeführt werden, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen. Achten Sie insbesondere auf Späne und Schmiermittel- bzw. Ölreste, welche auf das Messgerät herabfallen könnten! Das DBB 110 besteht auch aus magnetischen Teilen, welche Späne anziehen!



Geben Sie dem verwendeten Messgerät Zeit, sich an die Umgebungstemperatur anzupassen, bevor Sie mit dem Messaufbau beginnen! Sie vermeiden damit thermisch bedingte Fehler.

### Testprogramm

Um sämtliche Fehler eindeutig berechnen und zuordnen zu können, sollte ein Kreisformtest mindestens 1 in positiver und 1 in negativer Richtung durchlaufenen vollen Kreis beinhalten (siehe ISO 230-4).

Ein typisches Testprogramm für Vollkreise könnte bei Maschinen ohne HEIDENHAIN-Steuerung (mit HEIDENHAIN-Steuerung kann das Maschinenprogramm direkt aus **ACCOM** übertragen werden) folgendermaßen aussehen, wobei die Bewegung nur in der Messebene erfolgen darf:

**Teil 1, positive Richtung:** Die Spindel steht bei 30° auf dem Kreisradius (siehe Radius des DBB 110). Mittelpunkt ist der Sockel des DBB. Geschlossene Kreisbewegung ohne Unterbrechung über 360° im Gegenuhrzeigersinn. Stopp (Sie müssen zwischen den Messungen speichern).

**Teil 2, negative Richtung:** Geschlossene Kreisbewegung ohne Unterbrechung über 360° im Uhrzeigersinn. Stopp.



Vergewissern Sie sich, dass nicht eventuell „vergessene“ Kompensationsdaten in der Steuerung abgelegt sind, die eine Bewegung vertikal zum Messgerät verursachen oder die Messergebnisse verfälschen könnten. Die Spindel darf sich nicht verdrehen, unter Umständen muss Sie auch nach Rücksprache mit dem Maschinenhersteller mechanisch fixiert werden. Probieren Sie eventuell das Maschinenprogramm ohne Messgerät aus. Es dürfen keine Radialbewegungen durchgeführt werden, der Messweg beträgt maximal  $\pm 5$  mm.

## Messaufbau

→ Vergewissern Sie sich, dass die PC-Zählerkarte **IK 220** entsprechend den Vorgaben des Benutzerhandbuches in Ihrem PC installiert wurde. Alternativ dazu können Sie die **EIB 741** verwenden. Achten Sie hierbei auf eine gültige Netzwerkverbindung entsprechend dem **EIB 741** Benutzer- und Installationshandbuch (Adresse und Netzmaske der TCP/IP Verbindung).  
Montieren Sie jetzt das DBB 110 entsprechend den Vorgaben der Montageanleitung.



Bedenken Sie beim Anschließen des Messkabels an den Eingang X1 bzw. X11, dass die Werkzeugmaschine sich während der Tests bewegt, und sich das Kabel auf und abwickelt, geben Sie also ausreichend Lose!

→ **Vor dem Start von ACCOM** stecken Sie den beigelegten USB-Hardlock mit Id.-Nr. 590255-01 oder 590255-02 an eine freie USB Schnittstelle.

Nach Aufrufen des **ACCOM**-Programmes gehen Sie wie folgt vor:

# Messablauf DBB

---

## 1. Messverfahren wählen

Nach dem Aufrufen von **ACCOM** erscheint das Dialogfenster, in dem Sie die Messarten auswählen können.

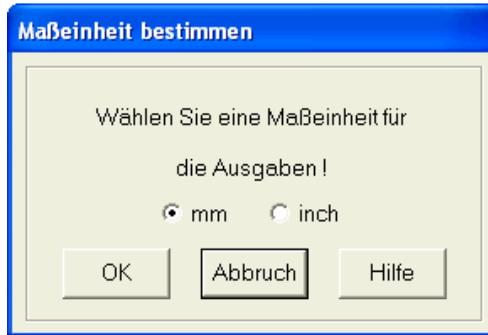
→ Klicken Sie bitte auf den Knopf **DBB Kreisform-Messung**, um den entsprechenden Programmteil zu starten.

Mit dem Menüpunkt *Datei > Messverfahren wählen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie später auch aus dem laufenden Programm die einzelnen Messarten auswählen.



## 2. Maßeinheit bestimmen

→ Über den Menüpunkt *Optionen > Maßeinheit* legen Sie die gewünschte Maßeinheit fest. Schließen Sie das Dialogfenster mit **OK**.



# Messablauf DBB

---

## 3. Einstellungen für das Messgerät und die Zählerkarte vornehmen

→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Messgerät* stellen sie die Parameter des verwendeten Messgerätes ein.

- **Signalperiode:** Hier stellen Sie die Signalperiode (die einer Signalperiode entsprechende Distanz in  $\mu\text{m}$ ) des von Ihnen verwendeten Messwertaufnehmers ein. Die Signalperiode ist bereits auf  $10\mu\text{m}$  voreingestellt.

Eingabebereich: 0.1 bis  $20\ \mu\text{m}$

- **Referenzlage:** Hier geben Sie die Lage des auf dem DBB 110 aufgedruckten Referenzpunktes ein. Die Messwerte sind nach *Messen > Referenzpunkt überfahren* darauf bezogen.

Eingabebereich: 10 bis  $500\ \text{mm}$



→ Im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Zählerkarte* stellen sie die Parameter der Hardware, also der PC-Zählerkarte ein.

- **Typ Zählerkarte:** Hier wählen Sie den Typ der von Ihnen verwendeten Zählerkarte.

- **Signaleingang:** Hier wählen Sie die Art der Messsignale.

- **Adresse EIB 741:** Hier geben Sie die IP Adresse der **EIB 741** an (siehe **EIB 741**-Benutzerhandbuch). Alternativ kann auch der DHCP Hostname der **EIB 741** in einem Netzwerk eingegeben werden. Allerdings sind hier bei hohen Datenraten Verluste von Datenpaketen möglich (nicht zu empfehlen). Bei der **IK 220** entfällt diese Einstellung.

- **Automatische Verbindung beim Programmstart (nur EIB 741):** Wenn angewählt stellt ACCOM beim nächsten Programmstart die Verbindung zur **EIB 741** automatisch her. Dies setzt eine gültige Netzwerkverbindung voraus!

- **Prüfen (IK 220):** Hier können Sie anschließend die Funktionsfähigkeit der Karte überprüfen.

- **Verbinden/Trennen (EIB 741):** Die **EIB 741** kann hier mit dem PC verbunden werden.

**Einstellungen für Zählerkarte**

Typ Zählerkarte:  IK220  EIB741

Signaleingang:  1Vss  11 µAss

Adresse:

Automatische Verbindung bei Programmstart



Vergewissern Sie sich, dass Sie Adresse, Typ und Signaleingang der Zählerkarte richtig eingetragen haben. Ist die Signalperiode nicht korrekt eingestellt, so werden die Kreise zu groß oder zu klein gemessen.

## Hinweis

Schließen Sie das DBB an den Eingang X1 (**IK 220**) bzw. X11 (**EIB 741**) an.



Wenn Sie Probleme haben, von der Zählerkarte Daten zu empfangen, überprüfen Sie mittels der auf der Treiber-CD mitgelieferten Testprogramme, ob die Nutzung der Karte möglich ist.

## Hinweis

Falls Sie ein anderes Messgerät als das DBB 110 anschließen möchten, können Sie über den Menüpunkt *Messgeräte > Oszilloskop* die an der PC-Zählerkarte ankommenden Messsignale als Lissajous-Figuren am Bildschirm darstellen, und gegebenenfalls zum Feinabgleich der Messsignale verwenden.

# Messablauf DBB

## 4. Messparameter einstellen

→ Durch Aufrufen des Menüpunktes *Optionen > Parameter der Messung* oder durch Klicken auf das Symbol öffnen Sie das folgende Dialogfenster, in dem Sie die **Parameter der Messung** einstellen.

**Parameter der Messung**

Starterkennung:  
 manuell  
 automatisch

Messebene:  
 XY-Ebene  
 YZ-Ebene  
 ZX-Ebene

Punktzahl: 4000

Startfenster: 3 µm

Startwinkel: 0 Grad

Messwinkel: 360 Grad

Radius: 150 mm

OK Abbruch Hilfe

- **Starterkennung - manuell:** Es erfolgt ein Countdown von 5 Sekunden. Bei den letzten 3 Sekunden wird ein Pfeifton ausgegeben. Nach dem 3. Pfeifton wird die Messung gestartet.
- **Starterkennung - automatisch:** Die Messung wird gestartet, sobald sich der Radius um den im Startfenster angegebenen Wert verändert hat.
- **Messebene:** Klicken Sie hier auf die verwendete Arbeitsebene der Werkzeugmaschine.
- **Punktzahl:** Anzahl der Messpunkte pro Messung.  
Eingabebereich: 36 bis 8000 Messpunkte
- **Startfenster:** Geben Sie hier die Größe des Startfensters für die automatische Starterkennung an.  
Eingabebereich: 1 bis 100 µm  
0.00004 bis 0.004 Inch
- **Startwinkel:** Hier geben Sie in Abhängigkeit von der Messebene den Winkel ein, ab dem ACCOM mit der Messdatenerfassung beginnen soll.  
Eingabebereich: 0 bis 360°

## Hinweis

Da die Rechtwinkligkeit der Achsen bei  $45^\circ$  gemessen wird, und die Achsumkehrbewegungen bei den Quadrantenübergängen ( $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ ) erfolgen, wird  $30^\circ$  als **Startwinkel** empfohlen.

• **Messwinkel:** Hier geben Sie in Abhängigkeit von eingestellter Messebene und Startwinkel (YZ- und ZX-Ebene) an, über welchen Winkel hinweg die Messdatenerfassung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 1 bis  $720^\circ$



Mess- und Startwinkel dürfen zusammen den möglichen Verfahrbereich der Werkzeugmaschine und den Eingabebereich von **ACCOM** nicht überschreiten!

• **Radius:** Hier geben Sie den Sollradius des Kreises ein.  
Eingabebereich: 100 bis 500 mm  
4 bis 19,6 Inch

Beenden Sie anschließend die Eingabe mit **OK**.

### Hinweis

Über den Menüpunkt *Messgeräte > Positionsanzeige* können Sie die Positionsanzeige für das angeschlossene Messsystem aufrufen.

# Messablauf DBB

## 5. NC-Schnittstelle festlegen

→ Falls Sie das Messprogramm von **ACCOM** an eine HEIDENHAIN-Steuerung übertragen möchten, öffnen Sie über den Menüpunkt *Optionen > NC-Programmerzeugung* das Dialogfenster, in dem Sie die TCP/IP-Verbindung konfigurieren.

Parameter der NC-Programmerzeugung

Modus:  HEIDENHAIN-KIartext  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO  
 DIN/ISO

Vorschub: 5000 mm/min

Vorschub an jeden Satz anfügen

Programm-Name: TEST

Nachkommastelle:  1 µm  0.1 µm  
 10 nm  1 nm

M-Funktionen:

M-Funktionen an jeden Satz anfügen

TNC Verbindungsdaten:

TCP/IP Adresse: TNC640

OK Abbruch Hilfe

- **Modus:** Wählen Sie zwischen HEIDENHAIN-Format, HEIDENHAIN DIN/ISO oder allgemeinem DIN/ISO-Format.
- **Vorschub:** Hier geben Sie an, mit welchem Soll-Vorschub die Kreisbewegung erfolgen soll.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min bzw.  
0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Programm-Name:** Hier geben Sie dem Programm einen Namen (Extension .H / .I steht für HEIDENHAIN bzw. HEIDENHAIN DIN/ISO. \*.txt wird für ein DIN/ISO Programm angeboten).
- **Nachkommastelle:** Stellen Sie hier die Nachkommastelle der NC-Programme ein.
- **M-Funktionen:** Geben Sie hier zusätzlich für den Programmablauf benötigte M-Funktionen an. Die M-Funktionen werden an den ersten NC-Satz angefügt.  
Beispiel im NC-Programm: **2 L X0 F1000 M31**

- **TCP/IP Adresse:** Hier stellen Sie die TCP/IP Adresse (IP-Adresse oder DHCP-Name) der Steuerung für die Datenübertragung über eine Netzwerkverbindung ein.

## Optionen der G-Code Ausgabe

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster das Ausgabeformat für DIN/ISO an Ihre Steuerung anzupassen.

The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Parameter der NC-Programmerzeugung". It is divided into two main sections. The top section, "GCode Optionen", contains several radio button options: "Ausgabe Position" (Absolute selected), "Kreismittelpunkt" (Inkrementell selected), "Vorschub" (Inch/min selected), and "Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch" (unchecked). Below these are three buttons: "OK", "Abbruch", and "Hilfe". The bottom section contains two input fields: "Zusätzliche Zeilen am Programmanfang" with the value "G54" and "Zusätzliche Zeilen am Programmende" with the value "M30". It also has "OK", "Abbruch", and "Hilfe" buttons.

- **Ausgabe Position:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe (G90/G91). Die absolute Ausgabe erfordert meist einen festen Bezugspunkt (z.B. G54).
- **Kreismittelpunkt:** Wählen Sie zwischen absoluter oder inkrementeller Ausgabe des Kreismittelpunktes (G2/G3). Die inkrementelle Ausgabe des Kreismittelpunktes bezieht sich auf die Startposition des Kreises.
- **Vorschub:** Nur INCH: Wählen Sie zwischen der Vorschubausgabe in Inch/min oder 0.1Inch/min (z.B. HEIDENHAIN TNC).
- **Verwende G-Code G71/G70 für MM/Inch:** Hier können Sie auswählen, ob am NC-Programmanfang G71/G70 verwendet werden soll.

# Messablauf DBB

---

Im Dialogfenster *Parameter der NC-Programmerzeugung* kann für die Ausgabe im DIN/ISO Format noch folgendes eingestellt werden:

- **Zusätzliche Zeilen am Programmanfang:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmanfang definieren.

Beispiel: G54

- **Zusätzliche Zeilen am Programmende:** Hier können Sie 2 beliebige Zeilen am Programmende definieren.

Beispiel: M30

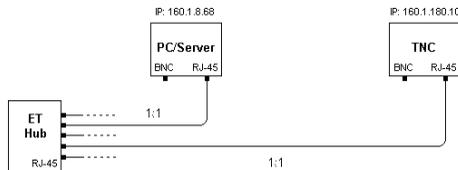
## Konfiguration des Netzkabels

Anschluss an 10BaseT (X25) der TNC: Verbinden Sie die TNC mit einem (evtl. gekreuzten) Kabel direkt mit dem PC oder mit einem ungekreuzten Kabel mit einem Hub oder Switch des Firmennetzwerks.

### Hinweis

Peer-to-Peer (Direktverbindung): Hier muss die IP-Adresse des PCs in der *Systemsteuerung / Netzwerkeinstellungen* unter *TCP/IP-Protokoll / Eigenschaften* eingestellt werden (abhängig vom Betriebssystem). Grundeinstellung ist für ein Firmennetzwerk, dass die IP-Adresse automatisch vom Server bezogen wird.

## LAN (Netzwerk) mit 1:1 Kabel

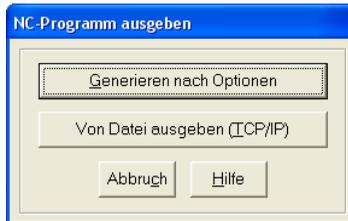


## Peer-to-Peer (Direktverbindung) evtl. mit gekreuztem Kabel!!



## 6. NC-Programm generieren und übertragen

→ Falls Sie ein NC-Programm generieren und übertragen wollen, wählen Sie über den Menüpunkt *Datei > NC-Programm ausgeben*, in welcher Form Sie das NC-Programm übertragen möchten.



- **Generieren nach Optionen:** Nach Anklicken erscheint das Dialogfenster *Generiere NC-Programm für Messung*, in dem Sie die Parameter für das NC-Programm festlegen.
- **Von Datei ausgeben (TCP/IP):** Ein fertiges NC-Programm wird in der Betriebsart TCP/IP über eine Netzwerkverbindung zur NC-Steuerung übertragen.

### Hinweis

Alternativ können Sie für die Übertragung eines fertigen NC-Programms das HEIDENHAIN PC-Tool TNCRemo verwenden.

# Messablauf DBB

Generiere NC-Programm für Messung

Modus:  HEIDENHAIN-klartext  DIN/ISO  
 HEIDENHAIN-DIN/ISO

Vorschub: 1000 mm/min

Programm-Name: DBB.H

Messebene:  XY  YZ  ZX

1. Drehrichtung:

Startwinkel: 30 Grad

Messwinkel: 360 Grad

Speichern Abbruch Hilfe

Senden mit: TCP/IP...

- **Modus:** Wählen Sie hier das Format des NC-Programms.
- **Vorschub:** Geben Sie hier die Soll-Vorschubgeschwindigkeit der Bewegung ein.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100000 mm/min  
0.000039 bis 3937 Inch/min
- **Programmname:** Im TCP/IP-Modus hängen Sie an den Namen des NC-Programms die Extension .H/.I für HEIDENHAIN- oder DIN/ISO-Format an.
- **Auflösung:** Wählen Sie hier die Auflösung des NC-Programms aus.
- **Messebene:** Klicken Sie auf die Messebene der Maschine.
- **1. Drehrichtung:** Wählen Sie hier, in welcher Richtung die erste der beiden Kreisbewegungen, die durch das Programm bestimmt werden, erfolgen soll.
- **Startwinkel:** Geben Sie hier den gleichen Startwinkel ein wie zuvor im Menüpunkt *Parameter der Messung*.
- **Messwinkel:** Geben Sie hier den gleichen Messwinkel ein wie zuvor im Menüpunkt *Parameter der Messung*.



Mess- und Startwinkel dürfen zusammen den möglichen Verfahrbereich der Werkzeugmaschine und den Eingabebereich von **ACCOM** nicht überschreiten!

- **Speichern:** Durch Anklicken können Sie das NC-Programm speichern.
- **Abbruch:** Durch Anklicken können Sie das Dialogfenster schließen.

• **Senden mit:** Wählen sie durch Anklicken die Betriebsart. Beginnen Sie die Programmübertragung erst dann wenn TNC und PC bereit sind.

Es wird nun ein NC-Programm für beide Drehrichtungen generiert und in der Grundeinstellung in das Root-Verzeichnis der TNC übertragen. Bei TCP/IP-Übertragung öffnet sich ein Dateialogfenster, in dem Sie das Zielverzeichnis auf der Steuerung auswählen können.



Es wird ein Programm generiert, welches nur aus Kreisbögen ohne Radiusänderung besteht. Dazu müssen 2 Grundbedingungen erfüllt sein:

1. Der am Frästisch montierte Auflagepunkt des DBB 110 muss mit dem Nullpunkt der NC-Maschine übereinstimmen, ggf. Nullpunkt setzen.
2. Der Spindelkopf muss sich auf der 0°-Position des Testkreises befinden.

Bei korrekter Installation des DBB 110 gemäß der Betriebsanleitung sind diese zwei Bedingungen erfüllt. Das Programm fährt den Spindelkopf zuerst in die Startwinkelposition und hält dort an. Hier können Sie die Messwertaufnahme durch **ACCOM** starten. Starten Sie danach die NC-Maschine, welche sich um den Messwinkel weiterbewegt, und dann stoppt. Bei nochmaligem Start wird der Spindelkopf vom Endwinkel zurück zum Startwinkel bewegt.



Die TNC antwortet nicht, wenn keine Netzwerkverbindung besteht.

# Messablauf DBB

## 7. Messprotokoll erstellen

→ Über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* bzw. Klicken auf das Symbol wählen Sie das Messprotokoll für die jeweilige Messung aus, in dem Sie im Protokollfenster Angaben zu den Messungen machen können. Sie können durch Klicken auf **Ja** oder **Nein** entscheiden, ob das **Protokollfenster** nach jeder Messung automatisch geöffnet werden soll.

**Protokoll der Messung 1**

Kunde: HEIDENHAIN

Maschinentyp:

SNr. / Baujahr: /

Vermerk 1:

Vermerk 2:

Vermerk 3:

Prüfer: DS

HEIDENHAIN Referenzmessgerät: DBB 110

Identnummer: 249829-02      Seriennummer: 1234 5678 90

Achspannung X: 0 mm

Achspannung Y: 0 mm

Achspannung Z: 0 mm

Achspannung IV: 0 mm

Achspannung V: 0 mm

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?

Ja     Nein

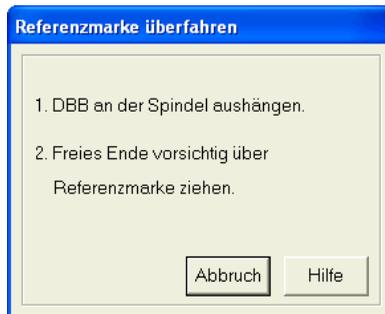
OK    Abbruch    Hilfe

Wenn Sie nur die Protokolldaten für Messung 1 eingeben, werden diese automatisch für die anderen Messungen herangezogen. Die Protokolle können auch später im Zuge der Auswertung jederzeit nachbearbeitet und gespeichert werden. **ACCOM** speichert diese Angaben zusammen mit den Messdaten und druckt Sie in den Menüpunkten *Auswerten > Rohdaten, Auswerten > Kenndaten* und *Grafik > Drucken* aus.

## 8. Messanordnung kalibrieren

### Referenzmarke überfahren

→ Die Anordnung muss vor der ersten Messung kalibriert werden. Rufen Sie dazu den Menüpunkt *Messen > Referenzmarke* überfahren auf. Folgen Sie den Anweisungen im Dialogfenster. Wenn Sie die Meldung *Referenzierung erfolgreich* erhalten haben, hängen Sie das DBB wieder ein. Sie können jetzt direkt zum Menüpunkt *Messung starten* gehen.



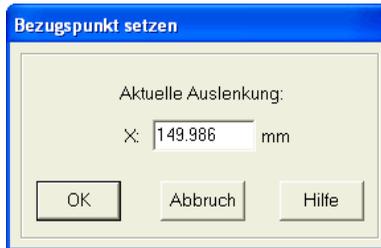
Beim Wiedereinhängen des DBB 110 achten Sie bitte darauf, dass das Messkabel für die Drehbewegung genügend Lose aufweist.

# Messablauf DBB

---

## Bezugspunkt setzen

→ Falls Sie ein **DBB ohne Referenzmarke** oder **ohne kalibrierte Verlängerung** benutzen, müssen Sie über den Menüpunkt *Messung > Bezugspunkt setzen* die aktuelle Auslenkung eingeben.



Bezugspunkt setzen

Aktuelle Auslenkung:

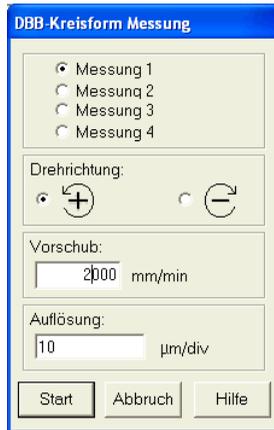
X: 149.986 mm

OK Abbruch Hilfe

Andernfalls übergehen Sie diesen Punkt, es erscheint automatisch der von Ihnen bereits im Menüpunkt *Optionen > Einstellungen für Messgerät > Referenzlage* eingegebene Wert.

## 9. Messung starten

→ Zum Starten der Messungen wählen Sie den Menüpunkt *Messen > Messung starten* bzw. Klicken auf das Symbol. Danach erscheint das Dialogfenster, mit dessen Hilfe Sie nach Eingabe folgender Parameter Messungen starten können.



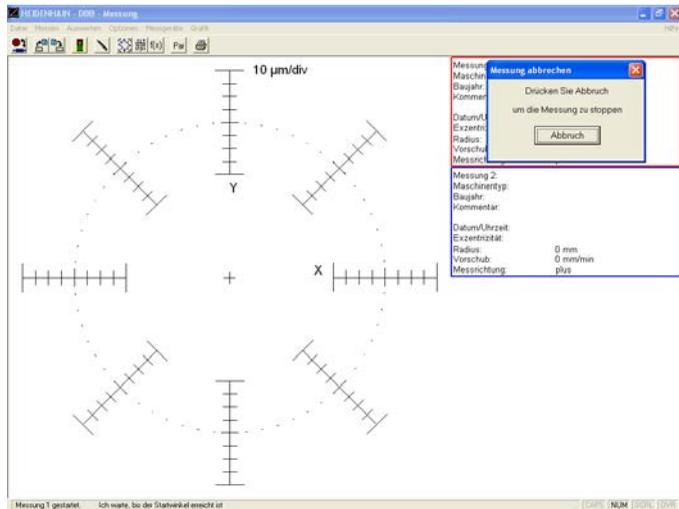
- **Messung 1-4:** Klicken Sie auf die Nummer, unter welcher die Messung später dargestellt werden soll.
- **Drehrichtung:** Wählen Sie hier, in welcher Drehrichtung die Kreisbewegung erfolgt.
- **Vorschub:** Hier geben Sie die Soll-Vorschubgeschwindigkeit der Bewegung ein.  
Eingabebereich: 0.001 bis 100.000 mm/min  
0.00004 bis 3900 Inch/min
- **Auflösung:** Hier stellen Sie die Auflösung der Kreisformdarstellung ein. Sie können die Auflösung bei der Auswertung jederzeit verändern.  
Eingabebereich: 0.1 bis 10.000 µm/div.  
0.000004 bis 0.4 Inch/div.

### Hinweis

Ein vollständiger Kreisformtest sollte mindestens 2 Vollkreise mit gleichem Radius, Mittelpunkt und Vorschub, aber unterschiedlicher Drehrichtung beinhalten.

→ **Start:** Nach Klicken auf diesen Knopf wartet **ACCUM** auf den Beginn der Messung. Starten Sie nun die Kreisbewegung auf der Werkzeugmaschine. In der Statuszeile zeigt **ACCUM** den Zustand der Messung an. Sie können die Messung mit **Abbruch** beenden.

# Messablauf DBB

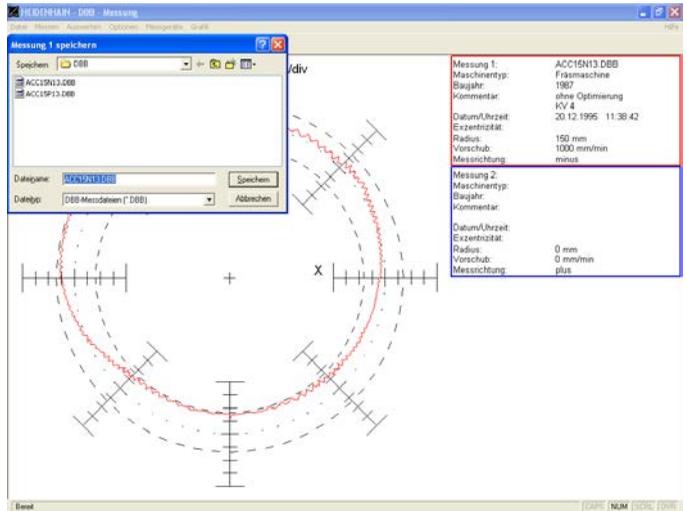


## Hinweis

Sollte **ACCOM** mit der Messwertaufnahme nicht beginnen, obwohl die Kreisbewegung auf der Werkzeugmaschine durchgeführt wird, warten Sie zunächst einen Zeitraum von 15 bis 30 sec. nach Ende der Bewegung ab. Falls im Menüpunkt *Auswerten > Grafikdarstellungen > Darstellung auf Zentrieren oder Radiuskorrektur* geklickt wurde (siehe Punkt 14, grafische Darstellung der Kreisformtests), gibt es keine Online-Darstellung.

## Datenspeicherung

Nach Beendigung der Messdatenerfassung erscheint auf dem Bildschirm das folgende Dialogfenster zur Datenspeicherung.



Über *Messen > Messung starten* können Sie weitere Messungen starten.

# Messablauf DBB

---

## 10. Messung öffnen

→ Über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie Messdaten zur weiteren Auswertung und Darstellung laden. Es erscheint der folgende Bildschirm.



Da bis zu 4 Messungen gleichzeitig dargestellt werden können, haben Sie über dieses Dialogfenster die Möglichkeit, die Messungen in beliebiger Reihenfolge zu öffnen. Wenn Sie im Rahmen der weiteren Auswertung oder Darstellung neue Messkurven auf den Bildschirm holen möchten, so geschieht dies ebenfalls über diesen Menüpunkt.



Mit **Messung öffnen** werden die **Messungen** ins System **geladen**, dies ist **Voraussetzung für die Darstellung**. **Ob und wie die Messkurven dargestellt werden beeinflussen Sie über den Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen*** (siehe auch Kapitel 14, grafische Darstellung).

## 11. Rohdaten auswerten

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Rohdaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Rohdaten der Messung betrachten.

**ACCOM** zeigt jede gemessene Abweichung samt zugehörigem Winkel an.

**Rohdaten der Messung 1**

Kunde: HEIDENHAIN  
 Maschinentyp:  
 SNr. / Baujahr: /

Achsposition:  
 X: 0 mm Y: 0 mm Z: 0 mm IV: 0 mm V: 0 mm

Dateiname: Messart: DBB  
 Messebene: XY Messpunktzahl: 3984 Drehrichtung: plus  
 Sollradius: 150 mm Vorschub: 2000 mm /min  
 Startwinkel: 0 Grad Messwinkel: 360 Grad

Vermerk1:  
 Vermerk2:  
 Vermerk3:

Messdatum: 21.02.2007 16:08:41 Prüfer: DS

|   | Winkel [Grad] | Abweichung [mm] |
|---|---------------|-----------------|
| 1 | 0.000000      | -0.006421       |
| 2 | 0.090400      | 0.002454        |
| 3 | 0.180800      | 0.003970        |
| 4 | 0.271200      | -0.009053       |
| 5 | 0.361600      | 0.007654        |
| 6 | 0.452000      | -0.003538       |
| 7 | 0.542400      | -0.001304       |
| 8 | 0.632800      | 0.002192        |

## Hinweis

Gespeicherte Messungen werden in einer ASCII-Datei abgelegt. Die Rohdaten sind darin zeilenweise und durch Tabulator getrennt abgelegt. Sie können diese Datei zur weiteren Bearbeitung auch in Programme wie Matlab, Origin, Open Office oder Microsoft Excel laden bzw. importieren.

Zum **Ausdrucken** der Rohdaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

# Messablauf DBB

---

## 12. Richtlinie der Auswertung wählen

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Richtlinie* können Sie die Richtlinie zur Auswertung der Kreisformtests wählen. Momentan steht nur die Richtlinie ISO 230-4 zur Verfügung.



## 13. Kenndaten des Kreisformtests

→ Über den Menüpunkt *Auswerten* > *Kenndaten* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die aus den Messdaten berechneten Kenndaten nach ISO 230-4 abrufen. Ferner berechnet **ACCOM** den mittleren Radius, die Lose, die Umkehrspitzen, die Mittelpunktabweichung und die Rechtwinkligkeit der Achsen.

**Kenndaten der Messung 1**

Kunde:  
 Maschinentyp: Fräsmaschine  
 SNr. / Baujahr: 123 / 1987

Achsposition:  
 X: -82.43 mm Y: -82.935 mm Z: 254.255 mm IV: 0 mm V: 0 mm

Dateiname: ACC15N13.DBB Messart: DBB  
 Messebene: XY Messpunktanzahl: 1000 Drehrichtung: minus  
 Solradius: 150 mm Vorschub: 1000 mm /min  
 Startwinkel: 45 Grad Messwinkel: 360 Grad

ohne Optimierung  
KV 4

Kenndaten nach ISO 230-4 Exzentrizität berücksichtigt

|  |  |
|--|--|
| Kreisformabweichung Gy:                    | 0.0170 mm                              |
| Kreisformabweichung Gxy:                   | 0.0240 mm (ACC15P13.DBB)               |
| Zweiseitige Kreisformabweichung G(b):xy:   | 0.0272 mm ACC15N13.DBB / ACC15P13.DBB  |
| Radialabweichung Fy: min:                  | -0.0102 mm                             |
| Radialabweichung Fy: max:                  | 0.0067 mm                              |
| Mittlere zweiseitige Radialabweichung Dxy: | -0.0022 mm ACC15N13.DBB / ACC15P13.DBB |

mittlerer Radius: 149.9979 mm

Lose: X+: -0.0023 mm X-: 0.0007 mm  
 Y+: 0.0001 mm Y-: -0.0002 mm

Umkehrspitzen: X+: 0.0062 mm X-: 0.0029 mm  
 Y+: 0.0038 mm Y-: 0.0034 mm

Mittelpunkt-Korrekturwerte: X: -0.0046 mm Y: 0.0114 mm

Rechtwinkligkeit: 32.1053 µm/m ACC15N13.DBB / ACC15P13.DBB

Achslängendifferenz: X ist 0.00 % länger als Y

Messdatum: 20.12.1995 11:38:42 Prüfer: PF

Abbruch
Hilfe



Zur vollständigen Berechnung aller Kenndaten, insbesondere der Kreisumkehrspanne H werden 2 Kreise benötigt, und zwar immer eine Kombination aus positivem und negativem Drehsinn. Falls Sie das Laden der zweiten Datei vergessen haben sollten, gibt **ACCOM** eine entsprechende Warnung aus.

Zum **Ausdrucken** der Kenndaten klicken Sie auf das Drucker-Symbol.

Wenn Sie auf **Abbruch** klicken, wird das Dialogfenster geschlossen.

# Messablauf DBB

## 14. Grafische Darstellung der Kreisformtests

→ Über den Menüpunkt *Auswerten > Grafikdarstellungen* bzw. Klicken auf das Symbol können Sie die Darstellungsweise der Messkurven auf dem Bildschirm festlegen.



• **Ausgabe:** Durch Anklicken wählen sie aus, welche der max. 4 Messungen, die sie vorher geöffnet haben, dargestellt werden.

Sie haben prinzipiell die Wahl zwischen Kreis- und Lineardiagrammen, was bei den Grafikeinstellungen beachtet werden muss. Die **Skalierung** kann dann entweder **fest** vorgegeben oder vom System **automatisch** gewählt werden.

• **Skalierung bei Kreisdiagramm:** Bei Kreisdarstellungen können Sie die gewünschte Auflösung angeben. Eingabebereich der Auflösung: 0.1 bis 10000 µm

0.000004 bis 0.4 Inch

• **Skalierung bei Lineardiagramm:** Bei Lineardarstellungen können Sie für die Abweichungen von der Kreisbahn die obere und untere Grenze bzw. den darzustellenden Winkelbereich angeben.

Abweichung von/bis: -10000 bis +10000 µm

-0.4 bis + 0.4 Inch

Winkel von/bis: 0 bis 360°

- **Darstellung:**

**Zentrieren:** Mit dieser Funktion können Sie die Messung zentriert darstellen lassen. **ACCOM** zeigt Ihnen den errechneten Ist-Kreismittelpunkt an.

**Radiuskompensation:** Hier wird der Radiusfehler bei der Darstellung von **ACCOM** kompensiert und in der Legendebox angezeigt.



**Vor Messungen** sollten Sie die Funktionen **Zentrieren** und **Radiuskorrektur** besser **ausschalten**, da sonst die Grafik nicht online dargestellt wird.

Grundsätzlich haben Sie die Wahl zwischen folgenden Darstellungen:

**Kreis groß**

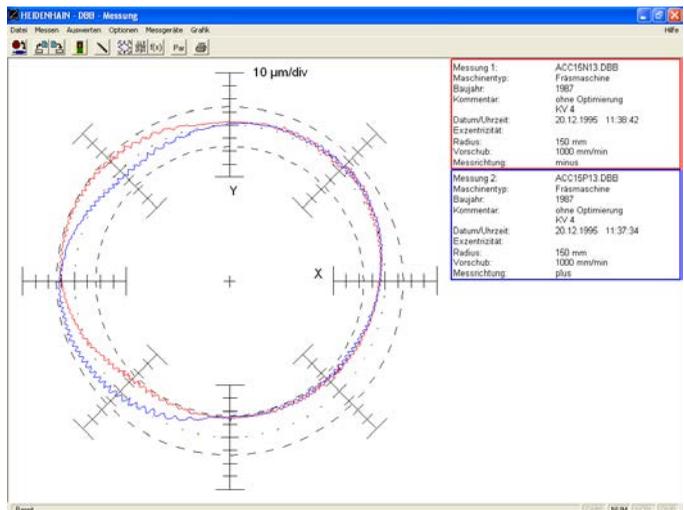
**Kreis klein**

**Linear groß**

- **Kreis groß:** Hier zeichnet **ACCOM** bis zu 4 Messkurven in ein kreisförmiges Diagramm. Die Messkurven können Sie im Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen > Ausgabe Messung 1-4* zu- oder wegschalten.

Der Sollradius wird als gepunktete Linie im Messdiagramm dargestellt.

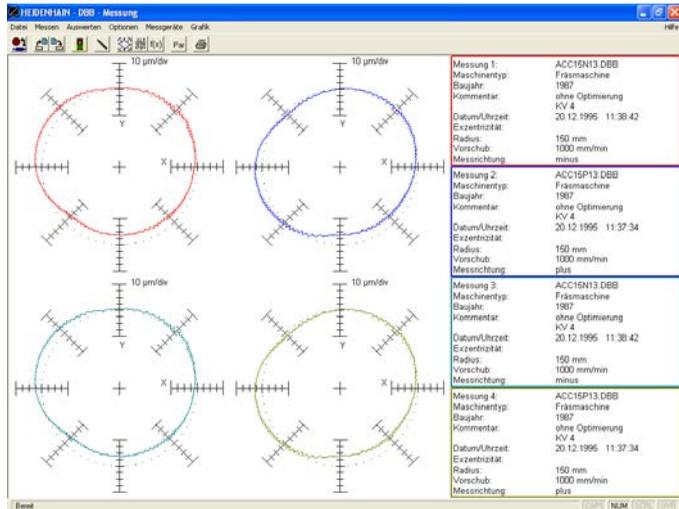
Die **größte** und **kleinste Radiusabweichung** werden als **gestrichelte Linie** im Messdiagramm angezeigt.



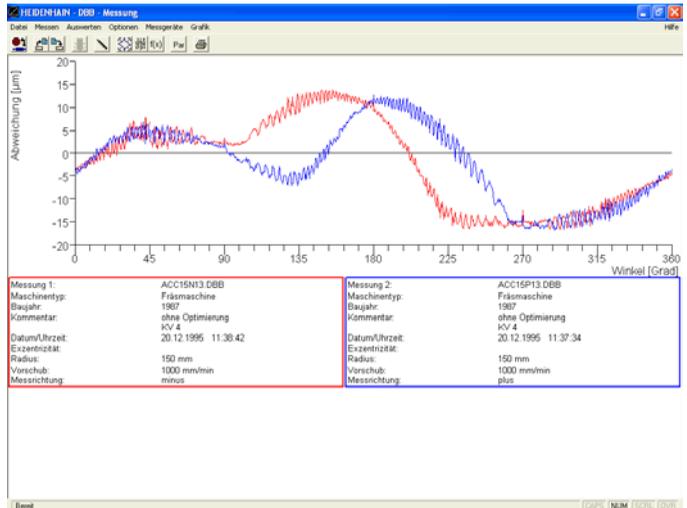
Neue Messungen können Sie über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol laden.

# Messablauf DBB

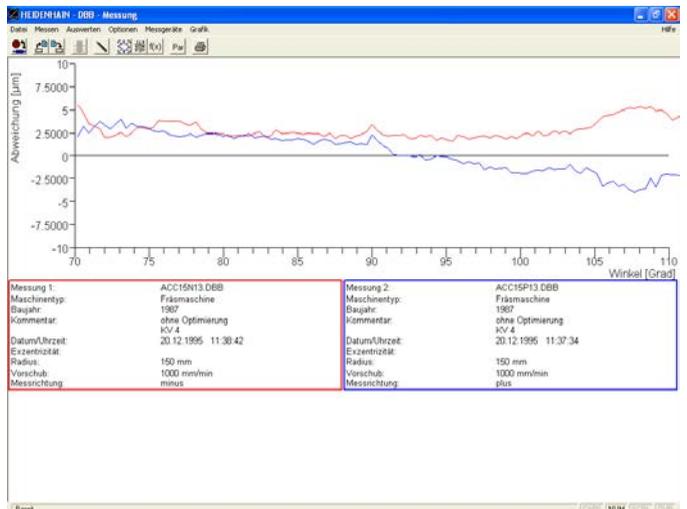
- **Kreis klein:** Hier zeichnet **ACCOM** jede Messkurve in ein separates kreisförmiges Diagramm. Die Messkurven können Sie im Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen > Ausgabe Messung 1-4* zu- oder wegschalten.



- **Linear groß:** Hier zeichnet **ACCOM** bis zu 4 Messkurven der Abweichungen in **ein** lineares Diagramm. Die Messkurven können Sie im Menüpunkt *Auswerten > Grafikeinstellungen > Ausgabe Messung 1-4* zu- oder wegschalten. Im Beispiel ist die **Skalierung fest** und der **Winkel** von **0 bis 360°** gewählt.



- Alternativ können Sie auch einen **Winkelbereich** darstellen. Im Beispiel ist die **Skalierung fest** und der **Winkel** von **80 bis 100°** gewählt.



# Messablauf DBB

---

## Zusätzliche Optionen der Darstellung

→ Klicken Sie auf den Knopf **Optionen** um im folgenden Dialogfenster zusätzliche Optionen für die Darstellung der Kreisformabweichungen zu setzen.



- **Kreisformdarstellung:** In der Kreisformdarstellung können die Hilfslinien für die minimale und maximale Radialabweichung und/oder die Skalierungswerte ausgeschaltet werden.
- **Darstellung Kreise (klein/groß):** Die Standarddarstellung zeigt (rechtshändiges Koordinatensystem XY, YZ, ZX) die erste Messachse rechts und die zweite Messachse oben an. Alternativ dazu können die Achsen auch vertauscht - erste Messachse oben und zweite Messachse rechts - dargestellt werden (Spiegelung an der Winkelhalbierenden). Eine weitere Darstellungsmöglichkeit ist eine um 90° gedrehte Ansicht - erste Messachse oben und zweite Messachse links.
- **Darstellung linear:** Alternativ zur Darstellung Radialabweichung über Winkel kann die Radialabweichung auch über der (Mess-)Zeit dargestellt werden.
- **Sondereinstellungen speichern:** Die Sondereinstellungen dieses Fensters werden nur gespeichert (beim Messartwechsel oder Programmende) wenn dies durch Setzen des Hakens gewünscht wird. Sonst bleiben die Sondereinstellungen nur bis zum Messartwechsel oder Programmende aktiv.

## Messung öffnen

Neue Messungen können Sie über *Datei > Messung öffnen* bzw. Klicken auf das Symbol laden.

## Farbeinstellungen der Grafik

Wenn Sie die **Farbeinstellungen der Grafik** ändern möchten, können Sie über den Menüpunkt *Optionen > Farbeinstellungen* die Farbe der Messkurven, des Koordinatensystems und des Grafikhintergrundes einstellen.

## Optionen speichern/laden

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen speichern* können Sie diese Einstellungen speichern.

Über den Menüpunkt *Optionen > Optionen laden* können Sie diese Einstellungen aufrufen.

## Messgrafik exportieren

Wenn Sie die **Messgrafik** ohne Protokoll **als Datei exportieren** möchten, können Sie diese im Menüpunkt *Grafik > Speichern* als Bitmap speichern.

## Grafik drucken

**Drucken** können Sie die Grafik über den Menüpunkt *Grafik > Drucken*. **Druckereinstellungen** können über den Menüpunkt *Datei > Druckereinrichtung* geändert werden.

# Messablauf DBB

---

## Messprotokolle ändern

Falls Sie die **Messprotokolle ändern** möchten, können Sie über den Menüpunkt *Messen > Messprotokoll* oder durch Klicken auf das Symbol das entsprechende Protokoll auswählen.

**Protokoll der Messung 1**

Kunde:

Maschinentyp:

SNr. / Baujahr:  /

Vermerk 1:

Vermerk 2:

Vermerk 3:

Prüfer:

HEIDENHAIN Referenzmessgerät:

Identnummer:  Seriennummer:

Achspannung X:  mm

Achspannung Y:  mm

Achspannung Z:  mm

Achspannung IV:  mm

Achspannung V:  mm

Protokollfenster automatisch nach jeder Messung öffnen?  
 Ja  Nein

## Messung speichern

Falls Sie **Änderungen am Protokoll** vornehmen, können Sie diese über den Menüpunkt *Datei > Messung speichern* bzw. durch Klicken auf das Symbol **abspeichern**.

Alternativ können Sie auch über den Menüpunkt *Datei > Alle Messungen speichern* die Messdateien speichern.

## Bildschirm leeren

Falls Sie die Messkurven vom Bildschirm entfernen wollen, können Sie über den Menüpunkt *Grafik > Schließen* den **Bildschirm leeren**.

## Typische Messkurven eines Kreisformtests

Die im Folgenden dargestellten Messkurven sind typische Ergebnisse von Messungen, die mit dem **DBB 110** oder **KGM** durchgeführt wurden.

Das Kapitel enthält Beispiele für die häufigsten Fehlerursachen. Jedes Beispiel wird mit den möglichen Ursachen beschrieben. Dieser Abschnitt soll Ihnen bei der Suche nach Fehlerursachen helfen, kann aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Für eine detailliertere Abhandlung diagnostischer Methoden lesen Sie bitte „Kreisformtest“ von W. Knapp und „Bestimmung der Genauigkeit von NC-Werkzeugmaschinen nach dem DBB-Verfahren“ von Y. Kakino.

Das **DBB 110** und das **KGM** sind keine vollständigen Kalibriersysteme. Die Ergebnisse des **DBB**-Systems oder des **KGM** sollen dazu dienen, Fehlerursachen zu identifizieren und mögliche Messungen und Maßnahmen zur Verbesserung der Maschinengenauigkeit vorzuschlagen. Mit Hilfe des **DBB 110** und des **KGM** lässt sich die erforderliche Korrekturmethode bestimmen. Die Werte für Maschinenparameter können so lange angepasst werden, bis die erwünschten Ergebnisse realisiert sind.

## Typische Messabweichungen

### Kreisformabweichung:

- Umkehrspitzen
- Lose und Losekompensation
- Exzentrizität
- Zyklischer Fehler
- Durch DBB-Kabel verursachte Abweichung (nur bei DBB 110)
- Richtungsorientierte Schwingungen
- Falscher Vorschub
- Rollen der Spindelkopfes
- Steigungsfehler-Korrektur
- Radialabweichung
- Ungeordnete Schwingungen
- Messgerätefehler
- Nicht abgegliche Kreisverstärkungen
- Rechtwinkligkeitsfehler
- Haftreibung
- Geradheitsfehler

## Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

Die Kreisformabweichung gibt einige grundlegenden Informationen über den Gesamtzustand der Maschine. Da aber die Grafik die Gesamtheit sämtlicher Fehler darstellt, macht sie noch keine eindeutigen Aussagen über die Fehlerursachen im einzelnen und deren Anteil am Gesamtfehler.

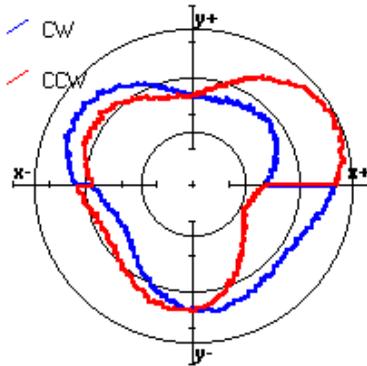
Die Kreisformabweichung wird zumeist mit einer der folgenden Methoden errechnet:

- LS** kleinste Fehlerquadrate (Least squares circle)
- MZ** Minimumzone (Minimum zone circles)
- MC** Minimaler Umkreis (Minimum circumscribed circle)
- MI** Maximaler Inkreis (Maximum inscribed circle)

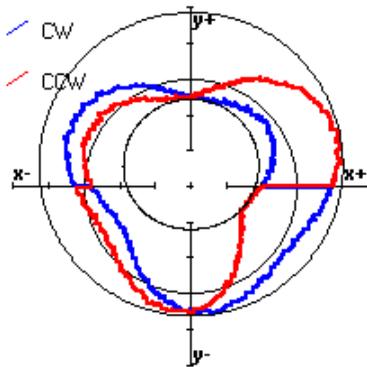
Die Kreisformabweichung ist die Differenz zwischen den Maximal- und Minimalwerten aus dem gezeichneten Fehlerkreis.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

## LSC-Rundheit



## MZC-Rundheit



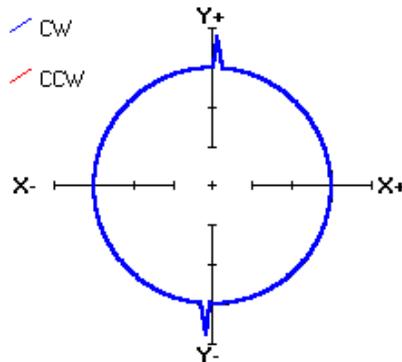
MZC ergibt immer einen Wert kleiner gleich LSC.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Umkehrspitzen

Eine Umkehrspitze erscheint kurz nach der Bewegungsumkehr in der betroffenen Achse. Bei diesem Fehler bleibt die Achse kurz stehen, bevor sie durch eine schnelle Korrekturbewegung den Fehler wieder ausgleicht. Die Größe der Spitze ist abhängig von der Steifigkeit der Servoantriebe, vom Vorschub und vom Radius.



## Mögliche Fehlerursache

Solche Spitzen entstehen durch Hysterese an den Umkehrpunkten. Mögliche Fehlerquellen sind:

- großer Schleppfehler durch niedrigen Kreisverstärkungsfaktor
- Lose im Antrieb und im Lageregelkreis, insbesondere mit Drehgebern.

Dieser Fehler kommt sehr oft auf Maschinen vor, die Drehgeber für die Positionsmessung verwenden.

## Abhilfe

Die Größe der Spitzen kann durch Erhöhung der Kreisverstärkung reduziert werden. Der optimale Wert für die Kreisverstärkung muss aber vorsichtig gewählt werden, da ein zu hoher Wert zum Schwingen des Antriebssystems führen kann.

Einige fortschrittliche Steuerungen bieten eine spezielle Umkehrspitzenkorrektur an.

Umkehrspitzen sollten unter Erfassung möglichst vieler Messpunkte untersucht werden.

## Lose und Losekompensation

Lose tritt in der Kreisform-Auswertung in zwei unterschiedlichen Formen auf – als positive oder negative Lose. Bei einer Bewegung in der definierten Prüfrichtung erscheint positive Lose als Sprung nach außen bei Achsbewegungsumkehr, eine negative Lose als Sprung nach innen.

### **Sprung als positive Lose**

Positive Lose entsteht in der Regel durch Deformation oder Spiel in der Maschinenstruktur.

### **Sprung als negative Lose**

Negative Lose entsteht oft durch eine Überkompensation seitens der Steuerung, d.h. der Korrekturwert ist größer als der Wert der tatsächlichen Lose.

In der Regel ist der Sprung gleich groß an beiden Achsumkehrpunkten. Deformationen in der Maschinenstruktur können in der Praxis aber auch unterschiedliche Werte verursachen.

### **Mögliche Fehlerursache**

Ursache der Lose ist meist nicht das Messsystem, sondern eine Deformation oder ein Spiel in der Maschinenstruktur.

Diese Art Fehler kann auch auf Maschinen auftreten, die mit Längenmessgeräte ausgestattet sind. In solchen Fällen ist die Lose der Maschinenachse meist bedeutend größer als die Eigenlose des Längenmessgeräts, die typischerweise unter 1 µm liegt.

### **Abhilfe**

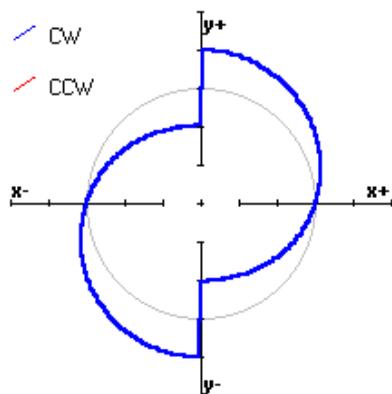
Wenn die Steuerung gegen Lose keine Kompensationsmöglichkeit bietet, sollten Sie die Maschine auf mögliche Fehlerquellen überprüfen:

- Antriebsriemen oder Kupplungen zwischen Spindel und Drehgeber
- Bewegung des Maschinentisches
- Spiel in den Maschinenführungen

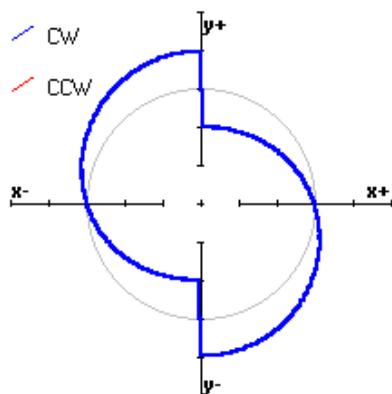
# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Positive Lose



## Negative Lose



## Exzentrizität

Extreme Positionsabweichung symmetrisch zum Mittelpunkt.

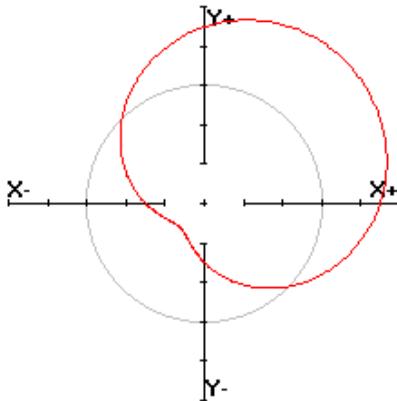
### Mögliche Fehlerursache

Der unten abgebildete Fehlerkreis zeigt einen Mittelpunktsversatz, wie er bei DBB-Kreisformtests häufig vorkommt.

Bei der Ausführung einer Messung mit dem DBB ist es in der Praxis sehr schwierig, den genauen Mittelpunkt des Messgerätes mit bloßem Auge zu finden. Deswegen ist es notwendig, die Zahlenwerte des Mittenversatzes zu bestimmen. Der Mittenversatz sollte in jeder Achse unter  $100\ \mu\text{m}$  bleiben, sonst könnte er die Zuverlässigkeit der Messung beeinträchtigen.

Ein solches Kreisdiagramm wird sich auch ergeben, wenn ein richtig zentriertes DBB mit falschen Mittelpunktswerten korrigiert wird.

### Mittenversatz



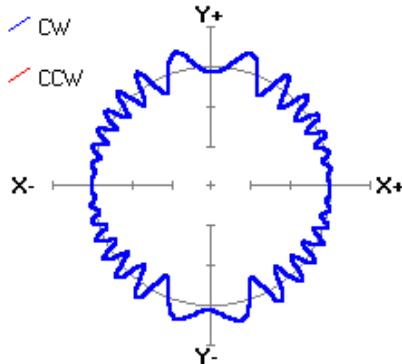
Dieses Beispiel zeigt einen Mittenversatz von  $15\ \mu\text{m}$  in beiden Achsen. Der Maßstab der Grafik beträgt  $10\ \mu\text{m}$ .

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Zyklischer Fehler

Zyklische Fehler erscheinen als eine sich zyklisch ändernde Sinuswelle auf dem Kreisformdiagramm. Die Phase der Kugelrollspindel ändert sich je nach der Position des Messgerätes auf dem Maschinentisch.

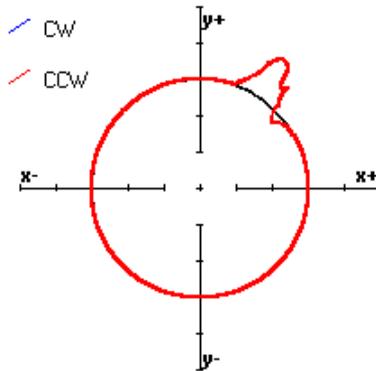


## Mögliche Fehlerursache

Es gibt mehrere mögliche Ursachen für zyklische Fehler: Kugelrollspindel, Positionsmessgeräte, Resolver, Getriebe, usw. Für eine richtige Diagnose ist es deswegen sehr wichtig, die Struktur der Werkzeugmaschine und ihre Antriebsmechanik zu kennen.

## Durch DBB-Kabel verursachte Abweichung

Radialabweichung an einer Winkelposition.



### Mögliche Fehlerursache

Das Kabel verfängt sich an der Maschine und übt eine Kraft auf das DBB aus, die die aufgezeichnete Radialabweichung verursacht.

### Abhilfe

Es sollten immer zwei Messungen gleich nacheinander durchgeführt werden: die erste in positiver, die zweite in negativer Richtung. So kann das Kabel während jeder Messung sich auf- und abdrehen. Werden mehrere Messungen in einer Richtung durchgeführt, so dreht sich das Kabel so lange, bis die Verspannung einen Fehler verursacht und das DBB möglicherweise beschädigt.

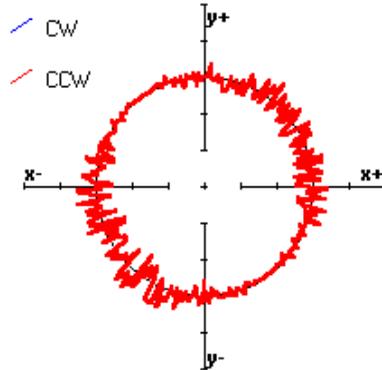
Es muss sichergestellt werden, dass das Kabel während der Messung frei von Maschinenteilen, Schrauben, Spannpratzen, usw. bewegen kann. Bei senkrechter Spindel sollte das DBB-Kabel über die Spindel so herabhängen, dass es den Maschinentisch nicht berührt.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Richtungsorientierte Schwingungen

Schwingungen mit bestimmten Ursachen beeinflussen die Messkurve orts- und richtungsabhängig, d.h. Schwingungen sind nicht gleichmäßig auf dem Kreisformdiagramm verteilt.

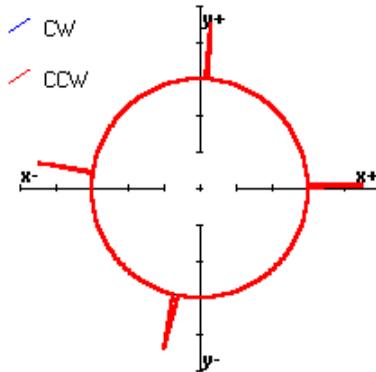


### Mögliche Fehlerursache

Wenn die Vibrationen in paralleler Richtung zu einer oder mehreren Achsen liegen, sind die Vibrationen vermutlich von der Maschine selbst verursacht. Andernfalls könnte die Ursache z.B. in peripheren Geräten, im Maschinenfundament oder in den Dämpfungssystemen gefunden werden.

## Falscher Vorschub

Die Umkehrspitzen treten nicht an den Quadrantenübergängen auf. Die Abbildung unten zeigt die Lage von Umkehrspitzen zueinander bei einem falschen Vorschub.



### Mögliche Fehlerursache

Befinden sich die Umkehrspitzen in Intervallen, die größer als 90 Grad sind, so ist der Vorschub geringer als der in der DBB-Software eingegebene Wert.

Befinden sich die Umkehrspitzen in Intervallen, die kleiner als 90 Grad sind, so ist der Vorschub höher als der in der DBB-Software eingegebene Wert.

### Abhilfe

Stellen Sie die richtige Geschwindigkeit mit dem Vorschub-Override-Knopf an der Maschine ein. Die 100%-Einstellung entspricht nicht immer genau dem tatsächlichen 100%-Vorschub.

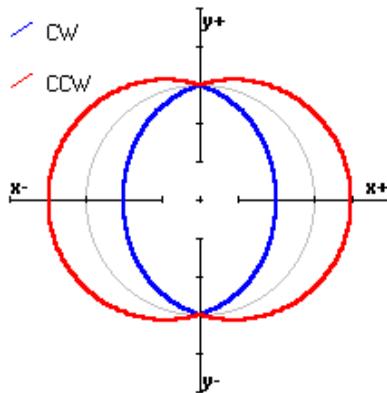
- Prüfen Sie und – wenn nötig – korrigieren Sie den programmierten Vorschub.
- Prüfen Sie den maximalen NC-gesteuerten Vorschub für die Kreisinterpolation.
- Prüfen Sie die Maximalwerte für die Kreisbeschleunigung.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Rollen des Spindelkopfes

Winkelbewegungen um die Y-Achse entstehen durch Spiel in der Z-Achse der Maschinenführung. Je nach Verfahrrichtung und Vorzeichen des Fehlers wird sich der resultierende Weg von der anderen Achse aus gesehen entweder innerhalb oder außerhalb des Nominalkreises befinden. Meist sind die Fehlerverläufe annähernd symmetrisch zu beiden Achsen. Es gibt aber auch Fälle, in denen der Verschleiß an beiden Enden einer Achsrichtung ungleich ist. In diesen Fällen ist der Fehlerverlauf nur in der seitlichen Richtung symmetrisch.

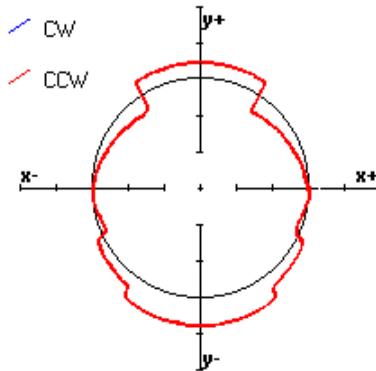


### Mögliche Ursache

Der in dieser Abbildung dargestellte Fehler wird hauptsächlich durch ein Spiel in der Z-Achsenführung verursacht.

## Steigungsfehler-Korrektur

Abweichungen symmetrisch zu einer Achse



### Mögliche Fehlerursache

Einige Steuerungen haben die Möglichkeit, nichtlineare Positionierfehler in einer Achse zu kompensieren.

Die Position in einer Achse wird in Abhängigkeit der gemessenen Ist-Position dieser Achse nicht kontinuierlich korrigiert ( $X=F(X)$ ).

Falls diese Kompensationswerte falsch sind, können sie zu einem Messergebnis führen ähnlich der oben dargestellten Messkurve.

Führungsfehler in der Kugellagerung oder in einem anderen, sich wiederholenden Teil der Maschinenmechanik.

### Abhilfe

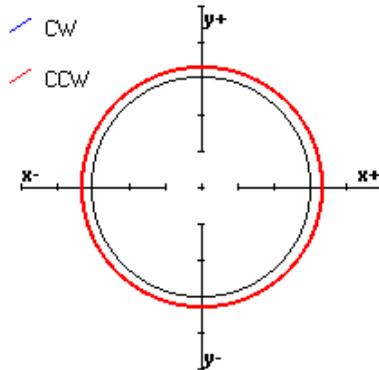
- Prüfen Sie die nichtlinearen Korrekturparameter in der Steuerung.
- Messen Sie die Positioniergenauigkeit der betroffenen Achsen mit einem Vergleichsmessgerät, z.B. mit einem **VM 182** Messgerät und **ACCOM**-VML Auswerte-Software.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Radialabweichung

Eine konstante Radialabweichung im gesamten Kreisverlauf.  
Der Mittelwert des Messergebnisses liegt innerhalb oder außerhalb des Sollkreises.



### Mögliche Fehlerursache

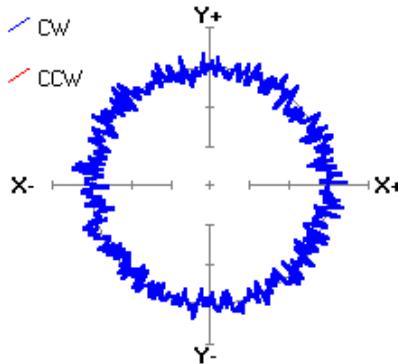
- Das DBB/KGM wurden vom Benutzer vor der Messung falsch kalibriert.
- Der Radius der programmierten Kontur ist nicht gleich dem eingegebenen Sollradius in der **ACCOM**-Software.
- Das DBB/KGM wurde durch „Bezugspunkt Setzen“ in einen nichtkalibrierten Zustand gebracht, und/oder ein Kreis mit einem anderem Radius wurde programmiert.
- Das DBB/KGM ist außerhalb der waagerechten Positionstoleranzen montiert worden.
- Große Temperaturunterschiede zwischen dem DBB/KGM und der Maschine.
- Beide Antriebe haben einen identischen Servoverstärkungsfehler, und beide Achsen haben den gleichen Überlauf oder Schleppfehler.
- Identische Maßstabsfehler an beiden Achsen.

### Abhilfe

- Versichern Sie sich, dass der Radius des NC-Programms genau mit dem eingegebenen Radius in der **ACCOM**-Software übereinstimmt.
- Gleichen Sie die Temperatur von Maschine und DBB/KGM an.
- Wiederholen sie die Messung bei unterschiedlichen Vorschüben.

## Ungeordnete Schwingungen

Der unten dargestellte Fehlerverlauf wird von ungeordneten Schwingungen verursacht.



### Mögliche Fehlerursache

Die Schwingungen könnten von der Maschine selbst verursacht werden, z.B. durch ungenügende Schmierung oder Arbeitsabstände im Achsführungssystem. Die Schwingungen können aber auch aus der Maschinenumgebung stammen, z.B. von anderen Maschinenwerkzeugen, Kompressoren, Lüftungsventilatoren, Handhabungsgeräten oder Transportfahrzeugen.

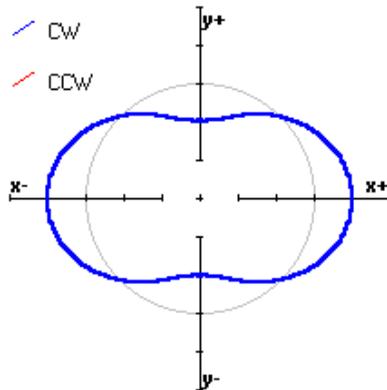
Im Falle einer einzigen Ursache und bei genauerer Analyse ist zu bemerken, dass die Amplitude der ungeordneten Schwingungen sich um den Kreis ändert, deren Frequenz aber nicht. Im Falle von mehreren Ursachen ist das Ergebnis mit größter Wahrscheinlichkeit die Summe unterschiedlicher Frequenzen und Amplituden.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Messgerätefehler

Ein Messgerätefehler zeigt sich als Fehler von Linearbewegungen der Achsen. Wo kein Messgerätefehler besteht ist der angezeigte Verfahrensweg ein Kreis. Wenn aber eine Achse oder beide einen Versatz aufzeigen, hat die Messkurve eine elliptische Form. Die Hauptachse der Ellipse liegt parallel zu einer der Maschinenachsen. Die Ellipse ändert sich nur geringfügig bei unterschiedlichen Vorschüben oder bei einem Wechsel der Drehrichtung von der positiven zur negativen.



## Mögliche Fehlerursache

Längenmessgeräte werden mit höchster Präzision hergestellt. Wenn sie aber an die Werkzeugmaschine montiert werden, kann ein Fehler wie der oben abgebildete, z.B. durch nicht paralleles Montieren zur Achse entstehen.

Auch die Kugelrollspindel wird mit hoher Präzision gefertigt, doch bei wiederholten Vorschubbewegungen mit hohen Geschwindigkeiten dehnt sich die Spindel infolge der Wärme, die in der Mutter und im Lager entstehen aus. In einem halbgeschlossenen Regelkreis, z.B. bei indirekten Messgeräten, verursacht diese Ausdehnung sofort einen Positionierfehler. Die Kugelrollspindel wird deswegen üblicherweise mit einer geringfügig verkleinerten Steigung hergestellt und mit Vorspannung installiert, um die thermische Ausdehnung auf dieser Weise zu kompensieren.

Andere mögliche Ursachen

- fehlerhafte Antriebsspindeln und ungerade Maschinenführungen
- fehlerhafte Spindelsteigungs-Korrektur oder falsche Korrekturparameter, wenn Positionsmessungen mit Kugelrollspindel und Drehgeber realisiert werden

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Abhilfe

- im Falle von Längenmessgeräten kann auch eine fehlerhafte Ausrichtung dieses Ergebnis erzeugen
  - Kippen im Maschinentisch
- Arbeiten Sie am besten in der kalibrierten Betriebsart und mit absolutem Radius, damit Sie leichter diesen Fehler erkennen können.
- Prüfen Sie die linearen/nichtlinearen Korrekturwerte in der Steuerung.
- Wiederholen Sie die Messung bei einer anderen Höhe in der Messebene. Wenn die Größe des Fehlers von der Höhe der Messebene abhängig ist, liegt der Fehler wahrscheinlich in einer „Kippen des Maschinentisches“.

## Weitere Hinweise

Positioniermessungen auf einer linearen Achse erfassen die Linearität und lokalen Abweichungen des Längenmessgeräts. Die momentane Position eines Punktes auf einem sich bewegenden Schlitten ist aber eine nicht zu trennende Kombination der drei beherrschenden Freiheitsgrade.

Andere Faktoren, welche die Bahngenaugkeit beeinflussen, sind die Gewichte, die Beschleunigungsraten und die entsprechenden negativen Beschleunigungen der bewegten Massen. Um möglichst praxisnah zu messen, sollte das Werkstück und/oder die Vorrichtung, die am häufigsten benutzt wird, während der Messungen auf dem Tisch geklemmt sein. So erreicht man realistische Messbedingungen.

Mehr Information erhalten Sie, indem Sie die Messungen an unterschiedlichen Tischpositionen durchführen.

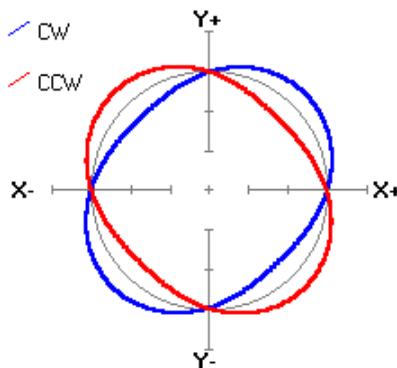
# Typische Messkurven eines Kreisformtests

## Nicht abgegliche Kreisverstärkungen

Die Größe dieses Fehlers gibt Aufschluss über die Fähigkeit des Lageregelkreises, auf die Positionierbefehle zu antworten. Wenn die Länge des DBB kalibriert wurde, kann man eine absolute Differenz zwischen den Soll- und Istwerten erhalten. Ist dies nicht der Fall, gilt das Ungleichgewicht als relativer Wert.

### Mögliche Fehlerursache

Wenn beide Achsen ideal gesteuert werden, bildet die Messung einen vollkommenen Kreis. Wenn aber die Steuerung in einer der Achsen von dem Idealen abweicht (entweder als Überlauf oder Schleppfehler), erscheint ein elliptischer Fehlerkreisverlauf mit der Hauptachse relativ zu den Maschinenachsen um  $\pm 45^\circ$  gekippt. In der gegensätzlichen Messrichtung dreht sich die Ellipse um  $90^\circ$ . Die Größe der Abweichung steigt mit der Höhe des Vorschubs.



### Abhilfe

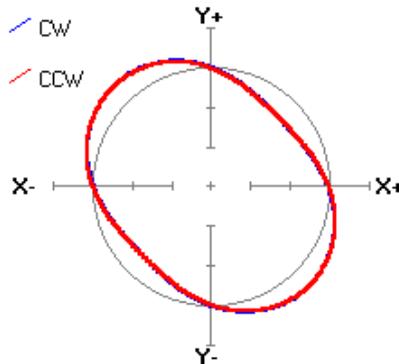
→ Passen Sie die Kreisverstärkung an, entweder an den Servoverstärkern oder in der Steuerung durch die Maschinenparameter für Kreisverstärkung.

Wenn die Servoverstärker sich nicht ausreichend anpassen lassen, müssen Sie bei hohen Genauigkeitsanforderungen die Vorschübe für Kreisinterpolationen entsprechend niedrig wählen.

Nichtabgegliche Kreisverstärkungen und Rechtwinkligkeitsfehler haben grundsätzlich die gleiche Messkurve. Eine Unterscheidung zwischen den zwei Fehlertypen ist nur durch Messungen in beiden Drehrichtungen möglich.

## Rechtwinkligkeitsfehler

Ein Rechtwinkligkeitsfehler erscheint als Ellipse mit Hauptachse um circa  $+45^\circ$  (negative Rechtwinkligkeitsfehler) oder  $-45^\circ$  (positive Rechtwinkligkeitsfehler) um die  $0^\circ$ -Achse. Bei Messungen in entgegengesetzten Richtungen ändert sich die Orientierung der Ellipse nicht. Auch der gewählte Vorschub hat keinen Einfluss auf die Größe des Fehlers.



### Mögliche Fehlerursache

Eine Ellipse mit Hauptachse im zweiten und vierten Quadranten ( $90^\circ$  bis  $180^\circ$  und  $270^\circ$  bis  $360^\circ$ ) deutet auf einen Winkel zwischen den beiden Achsen größer als  $90^\circ$ . Eine Ellipse mit Hauptachse im ersten und dritten Quadranten ( $0^\circ$  bis  $90^\circ$  und  $180^\circ$  bis  $270^\circ$ ) deutet auf einen Winkel kleiner als  $90^\circ$ . Durch Wiederholungen der Messung an unterschiedlichen Orten lässt sich herausfinden, ob die Achsen nur lokal „gebogen“ oder auf die ganze Länge falsch ausgerichtet sind.

Die Messung und Auswertung von Geradheits- und Rechtwinkligkeitsabweichungen ist problematisch, weil diese Einflüsse sich überlagern.

### Abhilfe

- Wiederholen Sie die Messungen in beiden Richtungen bei Vorschüben von 500, 1000, und 2000 mm/min. Die Form der Messergebnisse sollte sich nicht erheblich ändern, und die Ellipsen sollten in der gleichen Richtung liegen, unabhängig von der Drehrichtung.
- Falls erforderlich, prüfen Sie die Maschine mit z.B. einem auf Rechtwinkligkeit kalibrierten Granitblock und einem Tastsystem.

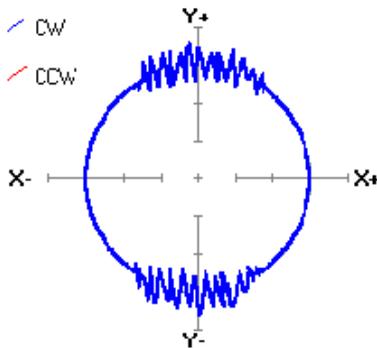
## **Typische Messkurven eines Kreisformtests**

---

Nichtabgeglichene Kreisverstärkungen und Rechtwinkligkeitsfehler haben grundsätzlich die gleiche Messkurve. Eine Unterscheidung zwischen den zwei Fehlertypen ist nur durch Messungen in beiden Drehrichtungen möglich.

## Haftreibung

Haftreibung verursacht Schwingungen in der Messkurve an den Umkehrpunkten der betroffenen Achse. Die Messkurve in der Abbildung unten zeigt ein Stick/Slipverhalten als Folge von Haftreibung an den positiven und negativen Umkehrpunkten in der Y-Achse.



Bei zunehmender Annäherung an den Umkehrpunkt in der Y-Achse verlangsamt sich der Vorschub in dem Y-Achsschlitten bis auf null und steigt dann in der entgegengesetzten Richtung wieder langsam an. Bei diesen niedrigen Vorschüben hat die Haftreibung in der Maschinenführung einen bedeutenden Einfluss. Eine Art Stick/Slipverhalten tritt ein, und die Achse schwingt, bis der Vorschub die Wirkung der Haftreibung wieder überwindet.

### Mögliche Fehlerursache

Dieser Fehler kann zum Beispiel durch unzureichende Schmierung der Metalloberflächen in den Maschinenführungen verursacht werden. Bei höheren Vorschüben „schwimmt“ die Achse auf einem Ölfilm, und die Haftreibung verschwindet.

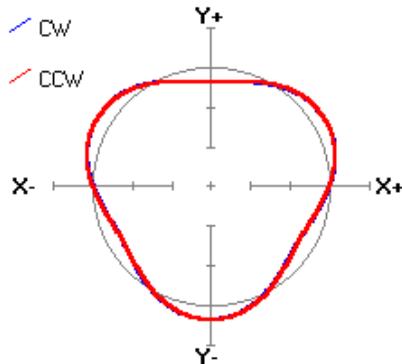
### Abhilfe

- Wenn das Muster einer Haftreibung auftritt, wiederholen sie die Messungen bei niedrigen und hohen Vorschüben. Die Schwingungen sollten bei niedrigen Vorschüben zunehmen und bei hohen Vorschüben abnehmen.
- Prüfen sie die Führung auf Verschleiß. Prüfen sie auch das Schmiersystem und die Achseinstellungen.

# Typische Messkurven eines Kreisformtests

---

## Geradheitsfehler



### Mögliche Fehlerursache

- Schmiersystem. Impulse vom hydrodynamischen Schmiersystem können Abweichungen verursachen, die unsystematischen Geradheitsfehlern ähneln.
- Verschleiß in den Maschinenschlitten oder -führungen. Beispielsweise können Ausfälle im Schmiersystem einen vorzeitigen Verschleiß an den Gleitflächen und damit auch Geradheitsfehler in den Achsbewegungen verursachen.
- Bewegte Massen. Wenn die Steifheit der Maschinenelemente nicht ausreicht, die Massen der bewegten Maschinenteile (insbesondere des Tisches und der Säule) zu beherrschen, können erhebliche Geradheitsfehler entstehen.

Weitere mögliche Ursachen sind Kollisionen bei ungetesteten NC-Programmen, ein unpassendes Fundament oder Unachtsamkeit beim Transport der Werkzeugmaschine während eines Umzugs. Um die Fehlerart und die Fehlerlage möglichst genau zu bestimmen, sollten Messungen an mehreren Stellen in der geprüften Ebene durchgeführt werden.

# HEIDENHAIN

---

## **DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH**

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

**83301 Traunreut, Germany**

☎ +49 8669 31-0

☎ +49 8669 32-5061

E-mail: [info@heidenhain.de](mailto:info@heidenhain.de)

---

**Technical support** ☎ +49 8669 32-1000

**Measuring systems** ☎ +49 8669 31-3104

E-mail: [service.ms-support@heidenhain.de](mailto:service.ms-support@heidenhain.de)

**TNC support** ☎ +49 8669 31-3101

E-mail: [service.nc-support@heidenhain.de](mailto:service.nc-support@heidenhain.de)

**NC programming** ☎ +49 8669 31-3103

E-mail: [service.nc-pgm@heidenhain.de](mailto:service.nc-pgm@heidenhain.de)

**PLC programming** ☎ +49 8669 31-3102

E-mail: [service.plc@heidenhain.de](mailto:service.plc@heidenhain.de)

**Lathe controls** ☎ +49 8669 31-3105

E-mail: [service.lathe-support@heidenhain.de](mailto:service.lathe-support@heidenhain.de)

---

**[www.heidenhain.de](http://www.heidenhain.de)**