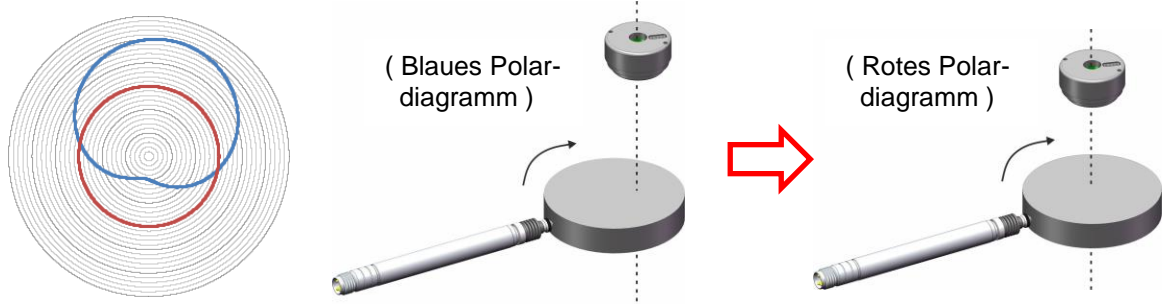


1. Einleitung

Der ComGage Sonder-Messmode „Wellen- und Zahnradmessung“ (wgl007) erlaubt die Berechnung verschiedener Parameter einer Welle oder eines Zahnrads (z.B. Rundheit). Während einer dynamischen Messung werden die Messwerte eines Messtasters in Verbindung mit den Werten eines Drehimpulsgebers gespeichert. Mit Hilfe der Messwerttabellen kann ein Mittenversatz der Welle kompensiert werden.



Danach werden die verschiedenen Parameter aus den korrigierten Messwerten berechnet. Zusätzlich können auch Fehler der Messvorrichtung kompensiert werden.

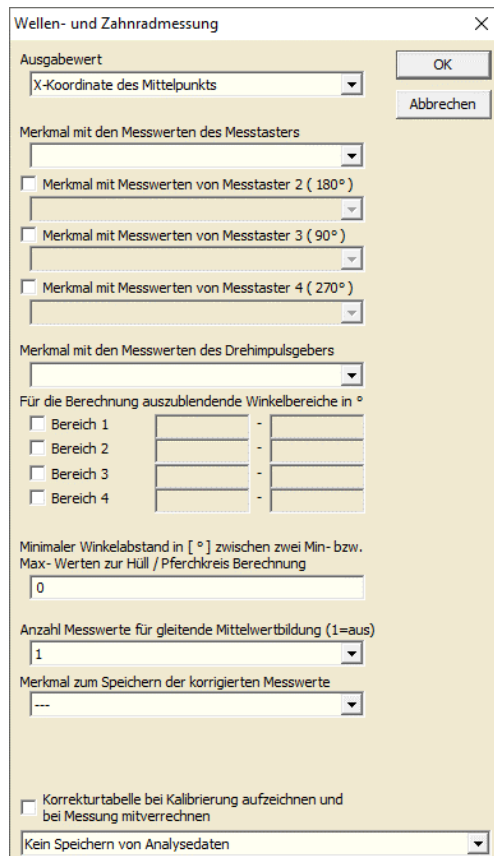
Diese Messmethode liefert die präzisesten Messergebnisse im Vergleich zu anderen Methoden der Rundheitsmessung (siehe Kapitel 4 - Vergleich mit anderen Messmethoden).

Mit verfügbaren Prüfschrittfunktionen können die Ergebnisse z.B. in einem Polardiagramm dargestellt werden.

Hinweis : In dieser Dokumentation steht der Ausdruck „korrigierte Messwerte“ immer für Werte nach der Kompensation eines möglichen Mittenversatzes.

2. Konfiguration

Der Sonder-Messmode kann über den folgenden Dialog konfiguriert werden :



Wellen- und Zahnradmessung

Ausgabewert
X-Koordinate des Mittelpunkts

Merkmal mit den Messwerten des Messtasters
Merkmal mit Messwerten von Messtaster 2 (180°)
Merkmal mit Messwerten von Messtaster 3 (90°)
Merkmal mit Messwerten von Messtaster 4 (270°)

Merkmal mit den Messwerten des Drehimpulsgebers

Für die Berechnung auszublenkende Winkelbereiche in °
Bereich 1
Bereich 2
Bereich 3
Bereich 4

Minimaler Winkelabstand in [°] zwischen zwei Min- bzw. Max- Werten zur Hüll / Pferchkreis Berechnung
0

Anzahl Messwerte für gleitende Mittelwertbildung (1=aus)
1

Merkmal zum Speichern der korrigierten Messwerte

Korrekturtabelle bei Kalibrierung aufzeichnen und bei Messung mitverrechnen
Kein Speichern von Analysedaten

Die folgenden Einstellungen können konfiguriert werden :

Ausgabewert

Hier kann gewählt werden, welcher Parameter durch den Sonder-Messmode berechnet werden soll.
Folgende Parameter sind verfügbar :

1. X-Koordinate des Mittelpunkts
→ Die X-Koordinate (Wert bei 0°) einer eventuellen Mittelpunktverschiebung wird ermittelt.
2. Y-Koordinate des Mittelpunkts
→ Die Y-Koordinate (Wert bei 90°) einer eventuellen Mittelpunktverschiebung wird ermittelt.
3. Minimum
→ Gibt das Minimum der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
4. Maximum
→ Gibt das Maximum der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
5. Rundheit
→ Gibt den Schlag-Wert der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
6. (Max. + Min.) / 2
→ Gibt den Mittelwert (Bereichsmittel) der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
7. Mittelwert
→ Gibt den Radius als Mittelwert (arithmetisches Mittel) der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
8. Gauss-Kreis
→ Gibt den Durchmesser als Mittelwert (arithmetisches Mittel) der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
9. Pferchkreis
→ Gibt den Durchmesser als grobe Näherung des Pferch-Kreises zurück.
Zur Berechnung werden die drei kleinsten der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung verwendet. (siehe Kapitel 5)
10. Hüllkreis
→ Gibt den Durchmesser als grobe Näherung des Hüllkreises zurück.
Zur Berechnung werden die drei größten der korrigierten Messwerte über eine Umdrehung verwendet. (siehe Kapitel 5)
11. Rundlauf
→ Gibt den Schlag-Wert der nicht korrigierten Messwerte über eine Umdrehung zurück.
Der Unterschied zur normalen dynamischen Messung ist, dass hier die Option „Korrekturtabelle bei Kalibrierung aufnehmen und bei Messung mitverrechnen“ verwendet werden kann.

Merkmal mit den Messwerten des Messtasters

Über die Auswahlliste kann ausgewählt werden, welches Merkmal den Messtaster repräsentiert, der für die Messwertaufnahme verwendet wird.

Dieses Merkmal enthält in der Regel als Messtaster-Formel lediglich den Messeingang des Messtasters mit gegebenenfalls einem Korrekturfaktor.

Ist nur dieser 1. Messtaster ausgewählt, so muss für eine Messung eine komplette Umdrehung (360°) des Teils ausgeführt werden.

Merkmal mit Messwerten von Messtaster 2 (180°)

Ist diese Option aktiviert, so kann über die Auswahlliste ausgewählt werden, welches Merkmal den 2. Messtaster repräsentiert, der für die Messwertaufnahme verwendet wird.

Dieses Merkmal enthält in der Regel als Messtaster-Formel lediglich den Messeingang des Messtasters 2 mit gegebenenfalls einem Korrekturfaktor.

Ist zusätzlich dieser 2. Messtaster ausgewählt, so muss für eine Messung nur eine halbe Umdrehung (180°) des Teils ausgeführt werden.

Merkmal mit Messwerten von Messtaster 3 (90°)

Ist diese Option aktiviert, so kann über die Auswahlliste ausgewählt werden, welches Merkmal den 3. Messtaster repräsentiert, der für die Messwertaufnahme verwendet wird.

Dieses Merkmal enthält in der Regel als Messtaster-Formel lediglich den Messeingang des Messtasters 3 mit gegebenenfalls einem Korrekturfaktor.

Die Verwendung des 3. Messtasters setzt zusätzlich die Verwendung des 4. Messtasters voraus.

Merkmal mit Messwerten von Messtaster 4 (270°)

Ist diese Option aktiviert, so kann über die Auswahlliste ausgewählt werden, welches Merkmal den 4. Messtaster repräsentiert, der für die Messwertaufnahme verwendet wird.

Dieses Merkmal enthält in der Regel als Messtaster-Formel lediglich den Messeingang des Messtasters 4 mit gegebenenfalls einem Korrekturfaktor.

Ist zusätzlich dieser 4. Messtaster ausgewählt, so muss für eine Messung nur eine Viertel-Umdrehung (90°) des Teils ausgeführt werden.

Hinweis für die Nutzung von 2 ... 4 Messtastern :

Die oben genannten 2 bis 4 Messtaster, die für die Messwertaufnahme verwendet werden, müssen in einem gesonderten Kalibrierschritt mit eingelegtem Meisterteil statisch genullt werden.

Das Meisterteil muss dabei ohne Lagefehler (Exzenterfehler) in der Vorrichtung platziert sein und darf keinen Schlag-Fehler aufweisen. Ansonsten können die 2 ... 4 Messtaster nicht aufeinander synchronisiert werden und es werden keine korrekten Messwerte berechnet.

Merkmal mit den Messwerten des Drehimpulsgebers

Über die Auswahlliste kann ausgewählt werden, welches Merkmal den Drehimpulsgeber repräsentiert, der für die Winkelerkennung verwendet wird.

Dieses Merkmal enthält in der Regel als Messtaster-Formel lediglich den Messeingang des Drehimpulsgebers mit gegebenenfalls einem Korrekturfaktor.

Die volle Genauigkeit der Winkelauflösung dieses Sonder-Messmode (0,1°) setzt einen Drehimpulsgeber mit mindestens 3600 Schritten pro Umdrehung voraus.

Für die Berechnung auszublenkende Winkelbereiche in °

Es können hier als Option bis zu 4 Bereiche definiert werden, die bei der Berechnung ignoriert werden.

Es muss pro Bereich ein Startwert (in °) und ein Stoppwert (in °) eingegeben werden.

Durch diese Option wird z.B. eine Nutausbblendung ermöglicht.

Die Verwendung dieser Option setzt voraus, dass der Prüfling immer in der gleichen Lage, bezogen auf den Referenzpunkt des Drehimpulsgebers, in der Vorrichtung platziert wird.

Minimaler Winkelabstand in [°] zwischen zwei Min- bzw. Max-Werten zur Hüll- / Pferch-Kreis Berechnung

Es kann hier als Option ein Mindestwinkelabstand (in °) zwischen zwei Min.- bzw. Max.-Werten eingegeben werden. Dadurch wird sichergestellt, dass sich nicht alle 3 Max- und Min-Werte bei der Hüllkreisberechnung bzw. bei der Pferch-Kreisberechnung konzentriert in einem engen Winkelbereich (z.B. +/-2°) befinden.

Wichtiger Hinweis :

Beim Ergebnis der Hüll- / Pferch-Kreis Berechnung handelt es sich nur um ganz grobe Näherungswerte. (siehe Kapitel 5)

Anzahl Messwerte für gleitende Mittelwertbildung (1 = aus)

Um den Messwertunruhen herauszufiltern, wird für jeden Messwert ein gleitender Mittelwert aus den vergangenen x-1 Messwerten und dem Messwert selbst gebildet und in die Spalte „Gefilterte Werte“ exportiert.

Wird hier der Wert 1 eingestellt, wird in der Spalte der ungefilterte Messwert eingetragen.

Merkmal zum Speichern der korrigierten Messwerte

Über die Auswahlliste kann ausgewählt werden, welches Merkmal die 3600 korrigierten Messwerte (ein Wert je $0,1^\circ$) aufnimmt, die bei der Ausführung dieses Sonder-Messmode ermittelt werden. Über diese Werte kann die Anzeige in einem Polardiagramm über eine nachgeschaltete Funktion (SFct046) erfolgen.

Bei der nächsten Ausführung der dynamischen Messung des Merkmals mit diesem Sonder-Messmode werden die gespeicherten Messwerte des hier gewählten Speichermerkmals überschrieben.

Korrekturtabelle bei Kalibrierung aufzeichnen und bei Messung mitverrechnen

Ist diese Option aktiviert, so wird bei der Kalibrierung des Merkmals eine Tabelle mit Korrekturwerten erstellt. Die Korrekturwerte werden nach Abzug des Mittelpunktversatzes des Meisterteils abgelegt und bei nachfolgenden Messungen zur Korrektur von Vorrichtungsfehlern (Schlagfehler) verrechnet. Diese Korrekturwerte müssen nach der Aufzeichnung (Dyn. Messung ein/aus) manuell mit Register R899=1 in eine Datei geschrieben werden.

Der Dateinamen der Korrekturwertdatei lautet <Artikelnummer>_<Merkmalsnummer>.dat. Diese wird in dem Verzeichnis gespeichert, das im ComGage Menü *Grundeinstellung* → *Datenverzeichnisse* als „Verzeichnis für Stammdaten und Benutzerverwaltung“ festgelegt wurde.

Hinweis :

Das Meisterteil darf keinen Rundheits-Fehler aufweisen, da ein Rundheitsfehler des Meisters unmittelbar in die Korrekturwert-Tabelle mit eingeht.

Speichern der Daten zur Analyse

Ist diese Option aktiviert, so wird nach der Ausführung dieses Sonder-Messmode eine Dokumentationsdatei angelegt. Der Dateiname ist abhängig von der gewählten Option.

Möglich sind : wgl007.xls

wgl007_<Merkmal>.xls

wgl007_<Prüfauftrag>_<Merkmal>.xls

Hinweis :

Diese Option dient der Analyse von Problemen durch den IBR-Support und sollte im normalen Messbetrieb nicht aktiviert sein.

3. Einbinden des Sonder-Messmode in einen Prüfplan

Benötigte Merkmale

Bei Verwendung des Sonder-Messmode „Wellen- und Zahnradmessung“ in einem Merkmal werden die folgenden zusätzlichen Merkmale benötigt (die Messwerte dieser Merkmale müssen nicht manuell gespeichert werden) :

- Für jeden der bei der Messung verwendeten 1 bis 4 Messtaster ein Merkmal für die zugehörigen Messwerte.
(Bei 2...4 Messtastern müssen diese in einem gesonderten Kalibrierschritt mit eingelegtem Meisterteil statisch genullt, d.h. aufeinander synchronisiert, werden.)
- Ein Merkmal mit den Messwerten des Drehimpulsgebers.
- Ein Merkmal zum Speichern der korrigierten Messwerte, falls eine Ergebnisdarstellung im Polardiagramm gewünscht wird.
(Bei mehreren Merkmalen mit Sonder-Messmode „Wellen- und Zahnradmessung“, die anhand der gleichen dynamischen Messung unterschiedliche Ausgabewerte ermitteln sollen, darf nur in einem dieser Merkmale ein Merkmal zum Speichern der korrigierten Messwerte ausgewählt werden.)

Benötigte Prüfschrittfunktionen

Kalibrierung bei 2...4 Messtastern beim Einrichten der Vorrichtung :

- Kalibrierschritt für die statische Nullung und Synchronisation der Messtaster-Merkmale.
(Das Meisterteil muss dabei ohne Lagefehler (Exzenterfehler) in der Vorrichtung platziert sein und darf keinen Schlag-Fehler aufweisen.)

Kalibrierung im Messbetrieb :

- Kalibrierschritt für die Merkmale mit Sonder-Messmode „Wellen- und Zahnradmessung“.
Benötigte Funktionen :
→ Dynamische Messung der Merkmale durchführen,
→ Kalibrierung der Merkmale durchführen
→ Setzen des Registers R899=1 zum Schreiben der Korrekturwert-Dateien pro Merkmal

Beispiel : (C2, C3 = Merkmale mit Messmode „Wellen- und Zahnradmessung“)

Dynamische Messung ein : C2, C3	---	---	---	Prüfschritt-Start
Dynamische Messung aus : C2, C3	---	---	---	Formel : $C4 > X$ (C4 = Drehimpulsgeber) → X ist abhängig von der Auflösung des Drehimpulsgebers
Kalibrierung der Merkmale : C2, C3	---	---	---	Merkmal 2 --> dyn. Messung wurde beendet
Setzen eines Registers R899=1	---	---	---	Merkmal 2 --> dyn. Messung wurde beendet
Weiterschalten zum nächsten Prüfschritt	---	---	---	Merkmal 2 --> dyn. Messung wurde beendet

!!! Im nächsten Prüfschritt muss R899 manuell auf 0 zurückgesetzt werden !!!

Messung :

- Prüfschritt für die Durchführung der Messung
→ Dynamische Messung der Merkmale durchführen
→ Messwerte der Merkmale speichern

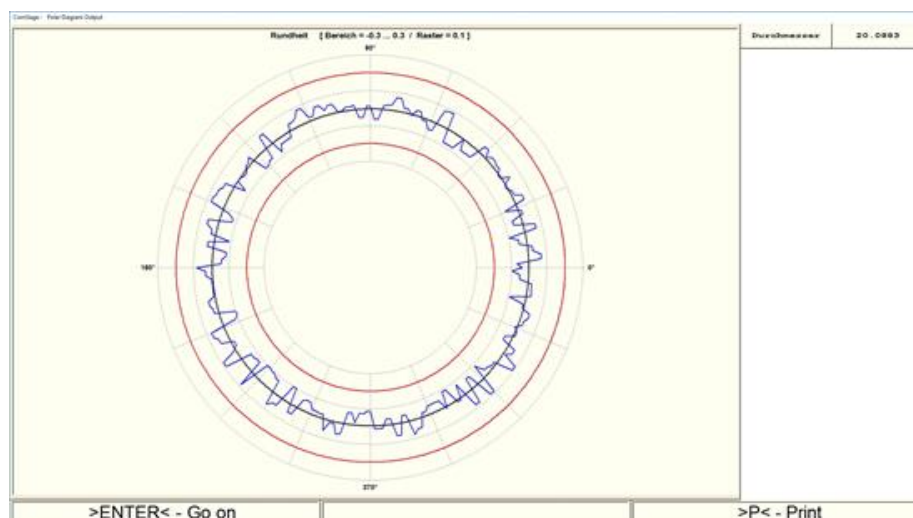
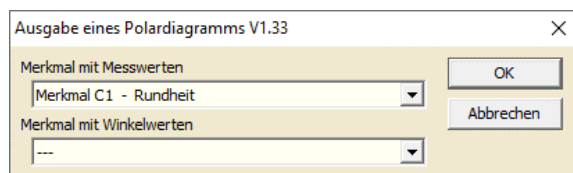
Beispiel :

Dynamische Messung ein : C2, C3	---	---	---	Prüfschritt-Start
Dynamische Messung aus : C2, C3	---	---	---	Formel : $C4 > X$ (C4 = Drehimpulsgeber) → X ist abhängig von der Auflösung des Drehimpulsgebers
Speichern von Messwerten : C2, C3	---	---	---	Merkmal 2 --> dyn. Messung wurde beendet
Weiterschalten zum nächsten Prüfschritt	---	---	---	Merkmal 2 --> dyn. Messung wurde beendet

- Prüfschritt für die Auswertung der Messergebnisse

Hinweis :

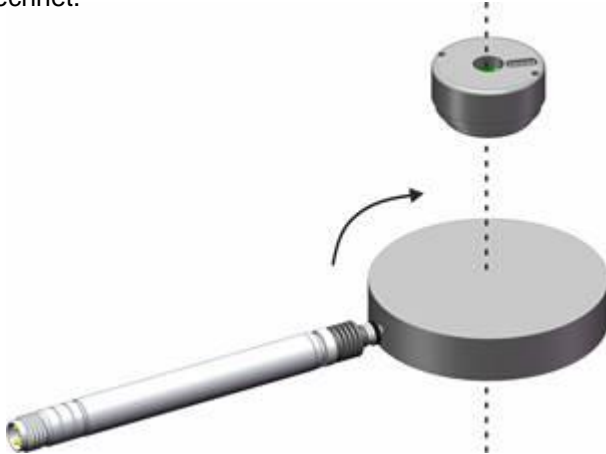
Bei der Verwendung der Funktion „Ausgabe eines Polardiagramms“ wird dem Auswahlfeld „Merkmal mit Winkelwerten“ kein Merkmal zugeordnet, da die Winkelwerte über den Sonder-Messmode „Wellen- und Zahnradmessung“ zugewiesen werden (siehe Seite 4 - „Merkmal zum Speichern der korrigierten Messwerte“).



4. Vergleich mit anderen Messmethoden

Methode 1 (wird für diesen Messmode verwendet)

Die Werte eines Messtasters + Drehimpulsgeber werden über eine Umdrehung aufgenommen. Über einen mathematischen Algorithmus wird der Mittenversatz aus der Wertetabelle entfernt und die Rundheit berechnet.

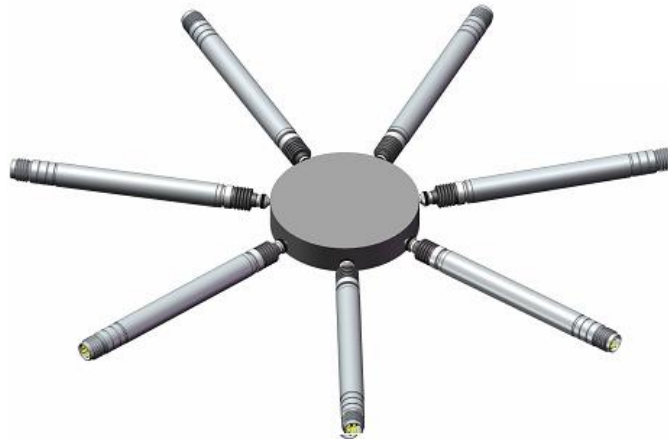


Vorteil : - genaueste Methode

Nachteil : - komplexere Vorrichtung mit Motor und Drehimpulsgeber wird benötigt

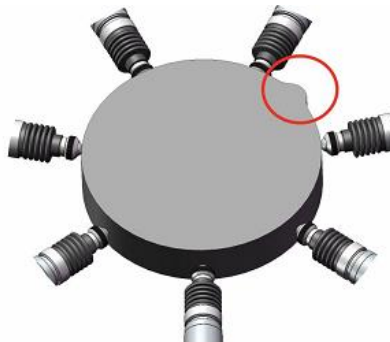
Methode 2

Das Werkstück wird nicht gedreht. Es wird statisch mit x Messtastern an x festen Positionen vermessen. Die selben Berechnungen wie bei *Methode 1* werden verwendet. Siehe auch SFct033 - „Messwerte korrigieren“.



Vorteil : - Statische Messung

Nachteil : - Die folgenden Fehler werden nicht berücksichtigt, wenn das Werkstück nicht gedreht wird :



Methode 3

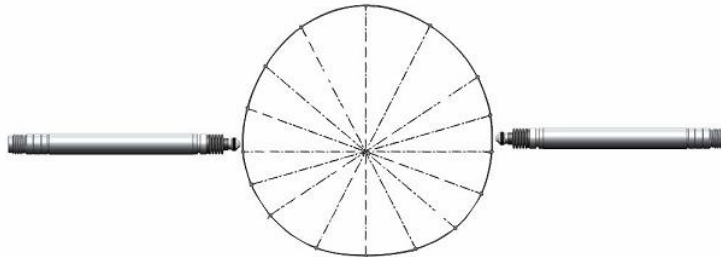
Das Werkstück wird mit zwei Messtastern vermessen, die sich direkt gegenüberstehen. Das Werkstück muss gedreht werden und die Formel (*Messtaster 1* + *Messtaster 2*) / 2 muss als Messeingang für das Merkmal verwendet werden.

Während der Drehung wird der Standard-Messmode „Dynamische Messung“ (MAX-MIN) verwendet.



Vorteil : - ist mit ComGage Level 1 / Level 2 möglich (Standard-Formeln und dynamischer Messmode können verwendet werden)

Nachteil : - Für Werkstücke, die einen konstanten Durchmesser haben, aber nicht rund sind, wird ein sehr kleiner Rundheitsfehler gemessen. Das Ergebnis ist nicht korrekt.



Beispiel : Jede Linie im Bild hat die gleiche Länge. Es wird also immer der gleiche Durchmesser gemessen und das Ergebnis mit *Methode 3* ist ein Rundheitsfehler von 0,0000.

Nur *Methode 1* liefert hier das korrekte Ergebnis.

Methode 4

Diese Methode ist fast identisch mit *Methode 1*, es wird jedoch kein Drehimpulsgeber verwendet. *Methode 4* kann nicht mit dem Messmode wgl007 verwendet werden. Dies ist in ComGage nur mit der Prüfschrittfunktion SFct033 - „Messwerte korrigieren“ möglich. Die Messwerte müssen in einem Merkmal über eine Umdrehung aufgenommen werden. Der Mittenversatz in dieser Wertetabelle wird dann durch die SFct033 kompensiert.

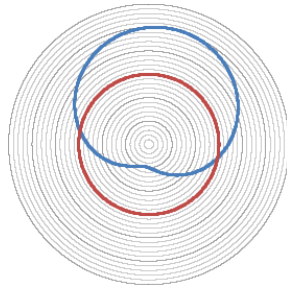
Aber *Methode 4* wird nur korrekte Ergebnisse liefern, falls

- a) alle Messwerte mit dem gleichen Winkelabstand gespeichert werden
- b) die Aufnahme der Werte am exakt selben Punkt beginnt und endet

→ Aufgrund dieser Fehlerquellen empfehlen wir *Methode 1*.

5. Hüllkreis - und Pferchkreis - Berechnungsmethode

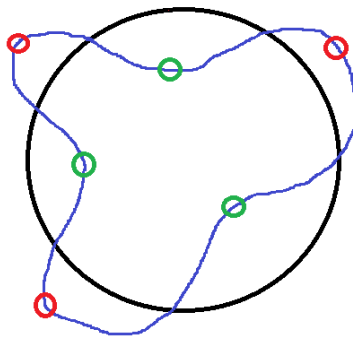
Schritt 1 : Mittelpunkt-Korrektur der erfassten Messwerte, damit nicht „falsche“ Min / Max-Werte aufgrund einer Mittelpunkt-Verschiebung gefunden werden.



Ohne Mittelpunkt-Korrektur

Mit Mittelpunkt-Korrektur

Schritt 2 : Min / Max-Werte entlang des Kreises suchen und in einer Tabelle eintragen.
(Es wird immer abwechselnd ein Max- und ein Min-Wert gefunden.)



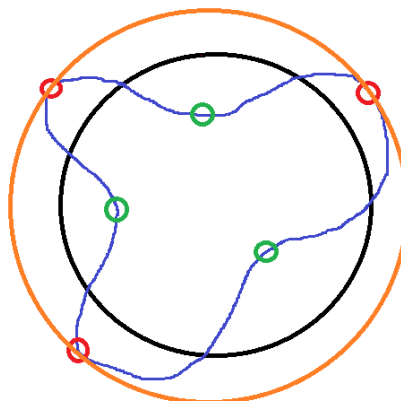
Messwerte des Prüflings

Gefundene Max-Werte entlang des Kreises

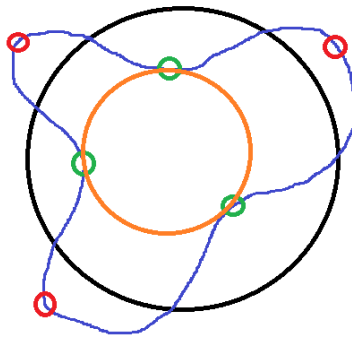
Gefundene Min-Werte entlang des Kreises

Schritt 3 : Es werden die 3 größten Max-Werte bzw. 3 kleinsten Min-Werte in der Tabelle gesucht, die mindestens den einstellbaren **Winkelabstand** voneinander haben. Max-Werte mit einem zu kleinen **Winkelabstand** zu einem anderen Max-Wert werden verworfen. Dies gilt auch für Min-Werte.

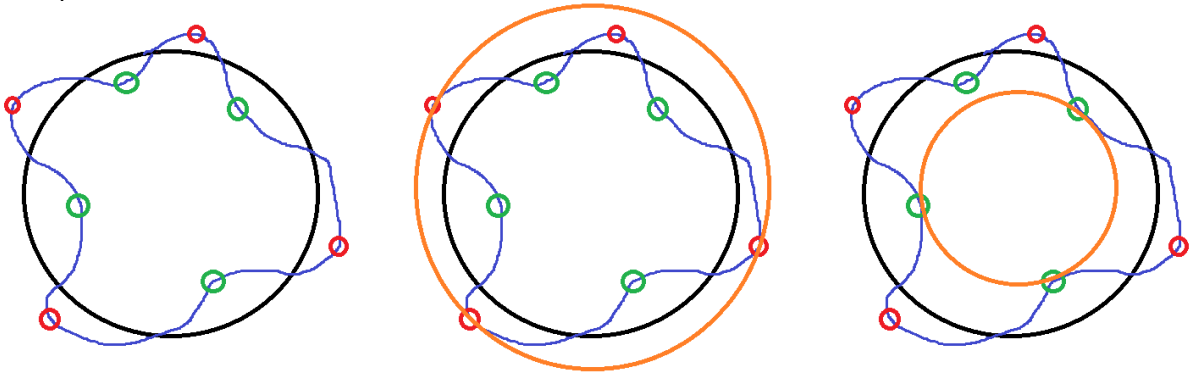
Schritt 4 : Über die 3 größten gefundenen Max-Werte wird nun der Hüllkreis berechnet :



Schritt 5 : Über die 3 kleinsten gefundenen Min-Werte wird nun der Pferchkreis berechnet :



Beispiel bei 4 Max- und Min-Werten :



!!! Wichtig !!!

Die korrekte Einstellung des **Winkelabstands**, passenden zu der typischen Bauteil-Geometrie, ist entscheidend für die korrekte Arbeitsweise des Algorithmus. Der **Winkelabstand** sollte möglichst groß gewählt werden, muss aber noch zu der typischen Bauteil-Geometrie passen. (Eine typische Bauteil-Geometrie könnte z.B. aus 3 Min/Max-Werten, die nächste aus 5 Min/Max-Werten, ... bestehen.)

Beispiel :

Ein Bauteil hat 4 Min/Max-Werte. Die mit * gekennzeichneten sind die größten Max-Werte. Man sieht anhand der Grafiken, wenn nicht einer dieser 3 mit * gekennzeichneten Max-Werte aufgrund eines korrekt gewählten Winkelabstands herausgefiltert wird, dass ein ganz anderer (falscher) Hüllkreis berechnet wird.

