

Inhaltsverzeichnis

Verwenden von Toleranzrahmen	1
Toleranzrahmen anwenden: Einführung	1
Informationen zur Berechnung der TR-Merkmale	2
Was ist ein Toleranzrahmen?.....	3
Regeln zur Anwendung von Toleranzrahmen-Merkmalen	4
Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals	8
Definieren von Bezügen	10
Erstellen von benutzerdefinierten Bezugssystemen.....	12
Anwendung von Maximaler Materialbegrenzung (MMB) und Kleinster Materialbegrenzung (KMB)	14
Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz"	15
Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" - Registerkarte "Toleranzrahmen"	16
Kontrollkästchen "Pro Einheit"	21
Profiloptionen.....	23
Kontrollkästchen "Verbund"	26
Optionen "Axial" und "Radial"	26
Benutzerdefiniertes BS (DRF = Customized Datum Reference Frame).....	27
Liste "Lokale Größe"	29
Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" - Registerkarte "Erweitert".....	29
Befehlsblock Toleranzrahmen	36
Toleranzrahmen Trieder (Dreiflächner).....	41
Simultanes Auswerten der Toleranzrahmen	41

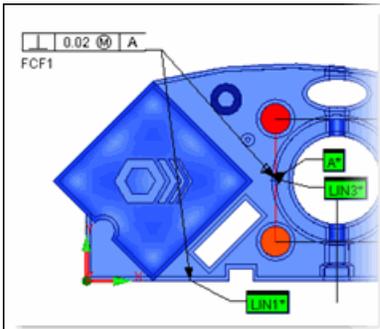
Verwenden von Toleranzrahmen

Informationen zum Toleranzrahmen-Merkmal "Position"	44
Informationen zum Toleranzrahmen "Parallelität"	46
Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals "Symmetrie"	47
Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals "Lauf"	52
Anwendung von Ungleichen Toleranzzonen mit Profil-Toleranzrahmen- Merkmalen	55
Toleranzrahmen-Protokolltabellen.....	56
Zylindrizität	58
Rundheit.....	60
Ebenheit	62
Geradheit	65

Verwenden von Toleranzrahmen

Toleranzrahmen anwenden: Einführung

Bei PC-DMIS können Sie nützliche Merkmalsangaben in Form eines Toleranzrahmens (TR) in die Messroutine einfügen. TR sind spezielle, rechteckige Felder, die Standardsymbole und -angaben zur Form- & Lagetoleranz (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung) enthalten. Wenn Sie einen TR in das Bearbeitungsfenster einfügen, zeichnet PC-DMIS auch den tatsächlichen Rahmen ins Grafikfenster.



Beispiel eines Toleranzrahmens (siehe TR1)

Um einen TR-Befehl einzufügen, greifen Sie auf das Untermenü **Einfügen | Merkmal** zu, stellen sicher, dass der Menüeintrag **V3.7 kompatible Merkmale** *nicht markiert* ist und wählen dann das entsprechende Merkmal aus. PC-DMIS blendet das Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz** für dieses Merkmal ein. Nachdem Sie den TR erstellt haben, fügt PC-DMIS ihn zusammen mit den Merkmalsangaben in die Messroutine ein.

Hinweis: Mit TRs erhalten Sie eine neue Methode, Merkmale für das Werkstück zu erstellen. Die gleichen Optionen, die Sie schon bei der früheren Merkmalsfunktionalität verwendet haben, stehen Ihnen auch jetzt bei der Erstellung von TRs zur Verfügung (siehe Registerkarte **Erweitert** im Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz**). Wenn Sie jedoch mit der älteren Methode zur Erstellung von Merkmalen fortfahren möchten, wählen Sie einfach den Menüeintrag **V3.7-kompatible Merkmale** und PC-DMIS fügt die Merkmale auf die herkömmliche Art und Weise ein. Weitere Informationen zum Erstellen von Merkmalen finden Sie unter "Anwenden von V3.7-kompatiblen Merkmalen".

Da die Merkmale Lage, Abstand, Winkel und Eingabe nicht Teil der ASME und des ISO-Standards sind, werden sie *immer* unter Verwendung von Legacy-Merkmalen erstellt, selbst wenn Sie die Auswahl des Menüeintrags **V37 kompatible Merkmale** aufheben.

Dieser Abschnitt enthält die folgenden Hauptthemen:

- [Informationen zur Berechnung der TR-Merkmale](#)

Verwenden von Toleranzrahmen

- [Was ist ein Toleranzrahmen?](#)
- [Regeln zur Anwendung von Toleranzrahmen-Merkmalen](#)
- [Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals](#)
- [Definieren von Bezügen](#)
- [Erstellen von benutzerdefinierten Bezugssystemen](#)
- [Anwendung von Maximaler Materialbegrenzung \(MMB\) und Kleinsten Materialbegrenzung \(KMB\)](#)
- [Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz"](#)
- [Befehlsblock Toleranzrahmen](#)
- [Toleranzrahmen Trieder \(Dreiflächner\)](#)
- [Simultanes Auswerten der Toleranzrahmen](#)
- [Informationen zum Toleranzrahmen-Merkmal "Position"](#)
- [Informationen zum Toleranzrahmen "Parallelität"](#)
- [Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals "Symmetrie"](#)
- [Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals "Lauf"](#)
- [Anwendung von Ungleichen Toleranzzonen mit Profil-Toleranzrahmen-Merkmalen](#)
- [Toleranzrahmen-Protokolltabellen](#)
- [Zylindrizität](#)
- [Rundheit](#)
- [Ebenheit](#)
- [Geradheit](#)

Informationen zur Berechnung der TR-Merkmale

PC-DMIS und der Standard "ASME Y14.5M-1994"

- Die Form- & und Lagetoleranz in PC-DMIS folgt den Konventionen des "ASME (ANSI) Y14.5M-1994". Die Mathematik für diesen Standard wird unter "ASME Y14.5.1M-1994 Mathematical Definition of Dimensioning and Tolerancing Principles" (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung) beschrieben. Dieser Standard entspricht in etwa dem ISO-Standard 1101. Der wesentliche Unterschied liegt darin, dass Y14.5 eine Bezugseinpassung für 'Position' erfordert, um das optimale Bezugssystem zu finden, das die Abweichung des in Betracht gezogenen Elements minimiert. In PC-DMIS können Sie diese Funktion über das Kontrollkästchen [An Bezüge anpassen](#) deaktivieren.

Profilberechnungen

- Außerdem können Sie ab Version 4.2 den Registrierungseintrag `UseISOCalculations` im **Optionsbereich** des PC-DMIS-Einstellungseditors auf "1" setzen, um das Profilmerkmal als die zweifache maximale Abweichung zu protokollieren. Diese Einstellung betrifft lediglich das Merkmal Profil (und nicht Ebenheit). Wenn der **FLT-Standard** auf der Registerkarte **Erweitert** im Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz** auf **ISO 1101** gesetzt ist, wird das Profilmerkmal außerdem als die zweifache maximale Abweichung protokolliert und das Profil 'Nur Form' ignoriert die Größe.
- Ab der PC-DMIS-Version 2009 berücksichtigt das TR-Profil mit „Nur Form“ die Größe. Mit dem neuen Registrierungseintrag `UseSizeForProfileDimensions` im **Optionsteil** des Einstellungseditors können Sie auf die Methode aus Version V4.2 und früher, die nur für Legacy-Profilmerkmale gilt, zurücksetzen. Die Standardeinstellung dieses

Registrierungseintrags lautet 1 (TRUE), sodass Sie diesen mit dem PC-DMIS-Einstellungseditor auf 0 (FALSE) setzen müssen. Bei Einstellung auf 0 ignoriert das V3.7-kompatible Profil 'Nur Form' die Größe. Das TR-Profil berücksichtigt jedoch stets die Größe.

Einige Berechnungsunterschiede

- V3.7-kompatible Merkmale für Rundheit, wie beispielsweise eine RN-Zeile des Lagemerkmals oder ein V3.7-kompatibles Rundheitsmerkmal, werden mit Hilfe der 'Kleinste Quadrate'-Lösung berechnet. Andererseits werden TR-Merkmale für Rundheit (Rundheit und Zylindrizität) in Version 4.2 und höher mit Hilfe des Tschebyscheff-Algorithmus (Min./Max.) gemäß dem Standard "ASME Y14.5-1994" berechnet. Aufgrund der geänderten Berechnungsmethode berechnen Rundheits- und Zylindrizitäts-TR-Merkmale im Allgemeinen einen etwas kleineren Wert als ihre Legacy-Gegenstücke.

Formberechnungen

- TR-Merkmale in PC-DMIS 4.2 und höher unterstützen die Y14.5-Definitionen von Rundheit und Zylindrizität.
- TR-Merkmale in PC-DMIS 4.3 und höher unterstützen die Y14.5-Definitionen von Ebenheit. TR 'Ebenheit' verwendet einen Tschebyscheff-Algorithmus (Min./Max.). Legacy 'Ebenheit' verwendet noch immer die LS-Methode. TR 'Ebenheit' gibt normalerweise einen etwas kleineren Ebenheitswert zurück als die LS-Ebenheit. Dies ist unabhängig vom Registrierungseintrag `UseISOCalculations`.
- TR-Merkmale in 'PC-DMIS 2009' und höher unterstützen die Y14.5-Definition von Geradheit bei der Verwendung von TR-Merkmalen.
- Legacy-Formmerkmale berechnen immer noch nach der Methode der kleinsten Quadrate.

Hinweis zur Auswertung von Parallelität

- Die Auswertung von Parallelität ist dreidimensional, unabhängig von der Arbeitsebene oder dem Element, für das ein Merkmal erstellt wird.

Was ist ein Toleranzrahmen?

4 X Ø 0.375 0.01 / 0.01

⊕	Ø 0.01	Ⓜ	A	B	Ⓜ	C
⊕	Ø 0.005	Ⓜ	A	B	Ⓜ	

FCF6

Beispiel-Toleranzrahmen

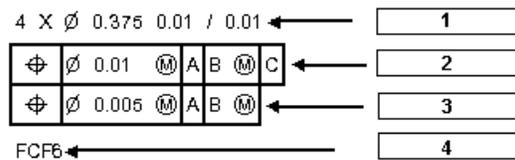
Ein Toleranzrahmen (TR) ist eine rechteckige Grafik, die bestimmte Merkmalsangaben für ein oder mehrere Elemente darstellt. Normalerweise erscheint der TR auf einer Blaupause oder in einer CAD-Datei, um Toleranz-Spezifikationen für bestimmte Merkmalstypen zu definieren. Der ISO-Standard "ASME Y 14.5 - 2009 Geometric Dimensioning and Tolerancing" (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung) beschreibt die sachgerechte Verwendung von Toleranzrahmen (TR).

Verwenden von Toleranzrahmen

Werden im TR mehrere Elemente ausgewählt, erzeugt PC-DMIS eine abhängige TR-interne Gruppe. Diese Gruppe verwendet die eingegebenen Elemente, um ein Musterelement zu erstellen, wobei die primäre Merkmalzeile auf das Musterelement und die sekundäre Merkmalzeile auf die einzelnen Elemente angewendet wird. In dem obigen Beispiel-Element-TR liegen die Positionstoleranzen für das Muster innerhalb von 0,01 und die Positionstoleranzen für einzelne Elemente innerhalb von 0,005. Weitere Informationen zur Anwendung finden Sie unter ASME Y14.5 – 2009 Geometric Dimensioning and Tolerancing (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung).

Die Elemente eines TR in PC-DMIS

Ein TR in PC-DMIS besteht aus vier verschiedenen Zeilen, die nach dem FLT-Standard definiert werden:



1. **Maßtoleranzen** – Die oberste Zeile enthält die Anzahl der Elemente, X, Durchmesser- oder Radiusymbol, Nenngröße, Plus- und Minustoleranz.
2. **Primäre Merkmale** – Die zweite Zeile (erste Reihe im rechteckigen Gitter) muss immer vorhanden sein, selbst wenn nicht alle Felder erforderlich sind. Die Zeile enthält das Symbol für das primäre Merkmal, das Symbol Durchmesser, die Haupttoleranz, die Materialbedingung des Elements, die projizierte Toleranzzone, die projizierte Materialbedingung der Toleranzzone, den primären Bezug, den primären Bezug Materialbedingung, den sekundären Bezug, den sekundären Bezug Materialbedingung, den tertiären Bezug und den tertiären Bezug Materialbedingung. Es kommt häufig vor, dass Bezüge, Materialbedingungen und projizierte Toleranzzonen nicht erforderlich oder verfügbar sind.
3. **Sekundäre Merkmale** - Die dritte Zeile (zweite Reihe im rechteckigen Gitter) existiert nur für Positions- und Profiltypen und nicht alle Felder sind notwendig. Sie enthält das Symbol für das sekundäre Merkmal, das Symbol Durchmesser, die Haupttoleranz, die Materialbedingung des Elements, die projizierte Toleranzzone, die projizierte Materialbedingung der Toleranzzone, den primären Bezug, den primären Bezug Materialbedingung, den sekundären Bezug, den sekundären Bezug Materialbedingung, den tertiären Bezug und den tertiären Bezug Materialbedingung.
4. **Anmerkungen** – Die vierte Zeile enthält ein Textfeld, in das Sie weitere Beschreibungen oder Anweisungen für den TR eingeben können. Standardmäßig platziert PC-DMIS die TR-ID in dieses Feld, um die Identifizierung des TR im Grafikenfenster zu erleichtern. Dieser Text kann, falls gewünscht, geändert werden.

Regeln zur Anwendung von Toleranzrahmen-Merkmalen

Um eine ordnungsgemäße Anwendung der von PC-DMIS bereitgestellten Tools für Form- & Lagetoleranz / Toleranzrahmen (TR) zu gewährleisten, sollten Sie folgende Regeln einhalten:

- Sie erzielen die besten Ergebnisse, wenn Sie CAD-Daten verwenden. ⓘ

Erläuterung:

Obwohl Sie diese Werkzeuge technisch ohne CAD anwenden können, könnte eine zusätzliche Bearbeitung der Befehle erforderlich sein, um eine genaue Funktionsweise zu gewährleisten. Merkmale, die Bezüge verwenden, erfordern korrekte theoretische Werte (NENN). Wenn Sie Elemente nicht aus CAD-Daten erstellen, müssen Sie ggf. die theoretischen Werte (NENN) der Elemente bearbeiten, um deren Richtigkeit sicherzustellen.

Diese Regel gilt auch für V3.7-kompatible Merkmale.

- Verwenden Sie für primäre Bezüge 3D-Elemente mit Vektoren. ⓘ

Erläuterung:

Bei der Erstellung eines TR-Merkmals sollten Sie als primären Bezug nicht auf ein 2D-Element verweisen, da es nicht über Vektorinformationen verfügt.

Die erstellte Bezugssystem-Ausrichtung wird bei der Verwendung eines Kreises als primäres Bezugselement nicht auf die Ebene des Kreises nivelliert. PC-DMIS verwendet den Kreis nur zur Positionierung des Ausrichtungsnullpunkts (X, Y) des Bezugssystems (BS). Die BS-Ausrichtungsebene wird in diesem Fall von der derzeit aktiven Ausrichtung abgeleitet.

Wenn Sie jedoch möchten, dass die BS-Ausrichtung auf einen primären Bezugskreis nivelliert wird (wenn es sich bei dem Kreis beispielsweise um einen mit Stützpunkten gemessenen AutoKreis handelt), dann können Sie mit Hilfe des PC-DMIS-Einstellungseditors den Parameter `DatumLevelToCircle` auf "1" setzen (der Standardwert für diese Einstellung lautet "0").

Diese Regel gilt auch für V3.7-kompatible Merkmale.

- Wenden Sie das PC-DMIS "Old Style"-Textprotokoll AUF KEINEN FALL mit TR-Merkmalen an. ⓘ

Erläuterung:

Verwenden von Toleranzrahmen

Dieses Protokoll funktioniert zwar zusammen mit V3.7-kompatiblen Merkmalen; im Protokollmodus kommt es bei TR-Merkmalen jedoch zum leichten Datenverlust.

So stellen Sie sicher, dass das Protokoll ordnungsgemäß angezeigt wird:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen beliebigen weißen Zwischenraum im Protokoll.
 2. Wählen Sie die Option **Objekt bearbeiten**.
 3. Heben Sie im Dialogfeld **Protokoll** die Markierung des Kontrollkästchens **Protokollausgabe im Textmodus** auf.
- Verwenden Sie für TR-Profilmerkmale die Protokollieroption "Min./Max.". ⓘ

Erläuterung:

Stellen Sie sicher, dass es sich um den Min./Max.-Wert für Profilerkmale handelt und nicht um den Messwert.

So schalten Sie die Min./Max.-Protokolloption an:

1. Drücken Sie F10, um das Dialogfeld **Parameter** zu öffnen.
 2. Wählen Sie die Registerkarte **Merkmal** und anschließend das Kontrollkästchen **Min./Max.** aus.
- Verwenden Sie die korrekten X,Y,Z,I,J,K-Nennndaten für die Funktion **Abw. Rechtw. zur Mittellinie**. ⓘ

Erläuterung:

Damit die Funktion **Rechtwinklig zur Mittellinie** ordnungsgemäß arbeitet, sind Nennndaten erforderlich. Bei der Verwendung eines CAD findet dies automatisch statt. Wenn Sie kein CAD verwenden, müssen Sie die erforderlichen Nennwerte in das Feld NENN eingeben.

TR-Positionsmerkmale verwenden stets die Funktion **Rechtwinklig zur Mittellinie** mit der Achse, die auf SCHLECHTESTE gesetzt ist; diese Einstellung kann nicht geändert werden.

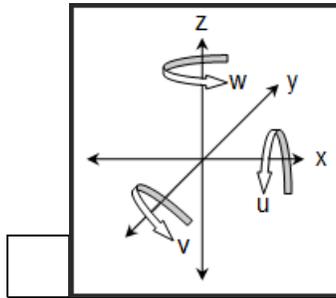
Allgemeine Regeln für TR-Positionsmerkmale

- Wählen Sie alle erforderlichen Bezüge aus, sodass eine genaue Einpassung durchgeführt werden kann. ⓘ

Erläuterung:

Die Elemente, die für Bezug 1, Bezug 2 und Bezug 3 ausgewählt wurden, stellen die primären, sekundären und tertiären Bezüge dar und werden dazu verwendet, bis zu *sechs Freiheitsgrade* einzuschränken (3 Grade *Verschiebung* und 3 Grade *Drehung*).

Dieses Diagramm zeigt die sechs Freiheitsgrade im 3D-Raum an (X,Y,Z,U,V und W):



- Der primäre Bezug schränkt einen so großen Teil der sechs Freiheitsgrade ein, wie vom primären Bezugselement zugelassen wird.
- Der sekundäre Bezug schränkt einen so großen Teil der verbleibenden Freiheitsgrade ein, wie vom sekundären Bezugselement zugelassen wird.
- Der tertiäre Bezug schränkt die verbleibenden Freiheitsgrade ein.

Aus diesem Grund ist die Reihenfolge der Bezüge sehr wichtig. Um 'Priorität' zu überschreiben, können Sie jedoch ein benutzerdefiniertes Bezugssystem gemäß dem 'Y14.5 2009 FLT'-Standard erstellen. Siehe "[Erstellen eines benutzerdefinierten Bezugssystems](#)".

Sehen Sie sich diese Beispiele an:

Beispiel 1: Angenommen, für Ihre Bezüge stünden Ihnen eine primäre Ebene, eine sekundäre Gerade und ein tertiärer Kreis zur Verfügung (vorausgesetzt, Gerade und Kreis befinden sich in der Ebene). Die Ebene schränkt die Rotation um die X- und Y-Achsen und die Verschiebung entlang der Z-Achse ein. Die Gerade schränkt die Rotation um die Z-Achse und die Verschiebung entlang der Y-Achse ein. Der Kreis schränkt nur die Verschiebung entlang der X-Achse ein.

Beispiel 2: Angenommen, für Ihre Bezüge stünden Ihnen eine primäre Ebene, ein sekundärer Kreis und eine tertiäre Gerade zur Verfügung (wieder vorausgesetzt, Gerade und Kreis befinden sich in der Ebene).

Verwenden von Toleranzrahmen

Die Ebene schränkt nach wie vor die Rotation um die X- und Y-Achsen und die Verschiebung entlang der Z-Achse ein. Der Kreis schränkt jetzt die Verschiebung entlang der X- und Y-Achsen ein. Die Gerade schränkt nur die Verschiebung entlang der Z-Achse ein.

- Stellen Sie sicher, dass die für die Bezüge und Merkmale verwendeten Elementbefehle korrekte Nennwerte enthalten. 

Erläuterung:

Diese Befehle müssen die korrekten Nennwerte (X,Y,Z,I,J,K) im Feld NENN enthalten. Damit eine genaue Einpassung stattfinden kann, referenziert PC-DMIS diese Befehle, um Bezugseinschränkungen und Merkmalsergebnisse zu berechnen.

- Stellen Sie sicher, dass der Befehl für das *gemessene Element* und das zugehörige Positionsmerkmal von derselben Ausrichtung stammen. 

Erläuterung:

Dadurch wird sichergestellt, dass die Nennwerte korrekt sind und mit den grundlegenden Merkmal-Callouts aus der Grafik übereinstimmen. Bei der Verwendung eines CAD werden die Nennwerte automatisch berechnet. Wenn Sie kein CAD verwenden, müssen Sie die gemessenen Elementbefehle mit ihren korrekten Nennwerten bearbeiten.

Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals

Im Folgenden werden Sie über die einzelnen Arbeitsschritte bei der Erstellung eines Toleranzrahmen-Merkmals informiert:

1. Erstellen Sie die Elemente, die zu Bezugselementen werden. Dies können gemessene Elemente, Auto-Elemente oder erstellte Elemente sein.
2. Wählen Sie **Einfügen | Merkmal | Bezugsdefinition**. Das Dialogfeld **Bezugsdefinition** wird eingeblendet.
3. Verwenden Sie das Dialogfeld, um die Bezugselemente auszuwählen und ordnen Sie ihnen Bezugsbuchstaben zu. Informationen hierzu finden Sie unter "[Definieren von Bezügen](#)".
4. Schließen Sie das Dialogfeld, wenn die Definition der Bezüge abgeschlossen ist.

5. Stellen Sie sicher, dass die Menüoption **Einfügen | Merkmal | V3.7-kompatible Merkmale** nicht markiert ist. Sollte diese Option markiert sein, wählen Sie den Menüeintrag aus, um die Markierung aufzuheben.
6. Wählen Sie das entsprechende Merkmal aus dem Untermenü **Einfügen | Merkmal**. Es erscheint das Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz** für dieses Merkmal.
7. Wählen Sie in diesem Dialogfeld die Registerkarte **Toleranzrahmen** aus.
8. Wählen Sie auf dieser Registerkarte die Elemente zur Merkmals- und Toleranzrahmen-Erstellung aus. Weitere Informationen zu den verfügbaren Optionen auf dieser Registerkarte finden Sie unter "[Registerkarte 'Toleranzrahmen'](#)".
9. Wählen Sie die Registerkarte **Erweitert** aus.
10. Wählen Sie die entsprechenden Optionen aus dieser Registerkarte aus, um die Darstellung des Merkmals zu definieren. Weitere Informationen zu den verfügbaren Optionen auf dieser Registerkarte finden Sie unter "[Registerkarte 'Erweitert'](#)".
11. Klicken Sie auf **Erzeugen**. PC-DMIS fügt einen TR-Befehl in die Messroutine ein. Im Grafikfenster erscheint eine TR-Grafik. Die Grafik hat einen transparenten Hintergrund. Sie können je nach Bedarf auf den TR klicken und ihn an eine andere Stelle ziehen.

Bedingungen für die TR-Erstellung

Die hier angeführten Informationen sollen PC-DMIS bei der Erstellung eines TR-Merkmals unterstützen. Dazu müssen die entsprechenden Bedingungen für den zu erstellenden Merkmalstyp erfüllt werden. Weitere Informationen finden Sie in der folgenden Liste:

Form-Merkmale

Keine Bezüge.

Keine Materialbedingungen.

Keine projizierten Zonen.

Profilmerkmale

Mit oder ohne Bezüge.

Keine Materialbedingungen.

Keine projizierten Zonen.

Ausrichtungsmerkmale

Benötigen Bezüge.

Materialbedingungen können vorhanden sein.

Projizierte Zonen können vorhanden sein.

Laufmerkmale

– Hierfür müssen Bezüge angegeben werden.

Keine Materialbedingungen.

Keine projizierten Zonen.

Positionsmerkmale

Können Bezüge aufweisen.

Materialbedingungen können vorhanden sein.

Projizierte Zonen können vorhanden sein.

Andere Merkmale (inkl. Symmetrie, Konzentrität, Koaxialität)

Müssen Bezüge aufweisen.

Keine Materialbedingungen.

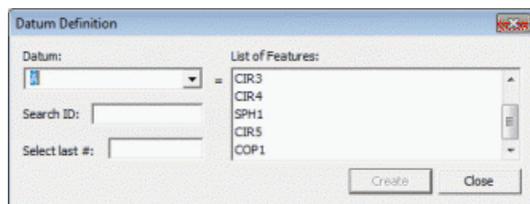
Keine projizierten Zonen.

Definieren von Bezügen

Ein Bezug ist eine theoretisch perfekte Ebene, Punkt oder ein Achsen-Bezugselement, die(as) das Gegenstück darstellt. Eine Merkmalsmessung bezieht sich auf ein Bezugselement. Bezüge werden von Toleranzrahmen (TR) verwendet, wenn Form- & Lagetoleranz-Angaben angezeigt werden. Um Bezüge zu definieren, die in Toleranzrahmen verwendet werden, sollten Sie zuerst die Elemente erstellen, die zum Bezugselement werden. Diese Elemente können von Auto-Elementen, gemessenen Elementen oder von erstellten abhängigen Elementen stammen. Nachdem Sie die Elemente erstellt haben, verwenden Sie die Bezugsdefinitionsbefehle (BEZUGDEFINITION), um sie als Bezüge zu definieren. Jeder BEZUGDEFINITION-Befehl ist einem Bezugsbuchstaben (beispielsweise Bezug A) mit einem Element in der Messroutine zugeordnet.

Erstellen einer Bezugsdefinition

Um einen Bezug zu definieren, wählen Sie **Einfügen | Merkmal | Bezugsdefinition** oder klicken Sie auf **Bezugsdefinitionen** im Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)**. PC-DMIS blendet das Dialogfeld **Bezugsdefinition** ein.



Dialogfeld "Bezugsdefinition"

Der Bezugsbuchstabe (im oben stehenden Beispiel ist dieser Buchstabe "A") ist standardmäßig der nächste verfügbare Buchstabe. PC-DMIS beschriftet Bezüge von "A" bis "Z" und dann von "AA" bis "ZZ". Wählen Sie einfach ein Element in der **Liste von Elementen** aus, dem dieser Bezugsbuchstabe zugeordnet werden soll, und klicken Sie auf **Erzeugen**. Die Schaltfläche **Erzeugen** wird jedesmal dann aktiviert, wenn Sie ein Element aus der Liste der Elemente auswählen. Wenn Sie eine Definition erstellen, fügt PC-DMIS einen **BEZUGDEFINITION**-Befehl in das Bearbeitungsfenster ein. Haben Sie beispielsweise EBENE1 ausgewählt und mit dem Buchstaben "A" verbunden, lautet der Befehl im Bearbeitungsfenster wie folgt:

```
BEZUGDEFINITION/ELEMENT=EBENE1, BEZUG=A
```

Im Dialogfeld **Bezugsdefinition** wird das Feld **Bezug** automatisch auf den nächsten, verfügbaren Buchstaben aktualisiert. Das ausgewählte Element erscheint in der **Liste der Elemente** mit dem verbundenen Buchstaben in Klammern. Das oben angegebene Beispiel EBENE1 würde dann in der Liste als "EBENE1(A)" erscheinen.

Zur Erstellung zusätzlicher BEZUGDEFINITION-Befehle fahren Sie mit der Auswahl von Elementen fort und klicken auf **Erzeugen**. Wenn Sie die Bezüge in der standardmäßigen, alphabetischen Reihenfolge erstellen, können Sie auf einfache Weise den Buchstaben im Feld **Bezug** ändern, bevor Sie auf **Erzeugen** klicken.

Nachdem alle Bezüge mit Hilfe des Dialogfelds **Bezugsdefinition** erstellt worden sind, können Sie die Merkmale für den Toleranzrahmen (TR) unter Verwendung des Dialogfelds **Form- & Lagetoleranzen** erzeugen und die definierten Bezugselemente diesen Merkmalen zuordnen.

Bonus-Verfeinerung

Beim Berechnen der Bonustoleranz für ein Bezugselement, bei dem ein vorheriges Positions- oder Ausrichtungsmerkmal vorhanden ist, wird die Positions- und/oder Ausrichtungstoleranz zur Bezugsbonustoleranz addiert, um die virtuelle Größe des Bezugselements zu berechnen.

Angabe zusammengesetzter Bezüge im TR

Das Callout der Zeichnung zeigt einen zusammengesetzten Bezug an, der das Format A-B verwendet (wobei die Bezüge mit A und B etikettiert sind). Dadurch wird gezeigt, dass die angegebenen Bezüge zusammen verwendet werden sollen, so, als wären sie ein einziger Bezug.

Hinweis: Zusammengesetzte Bezüge funktionieren nur zusammen mit einem TR-Merkmal "Position" oder "Profil".

So geben Sie zusammengesetzte Bezüge an:

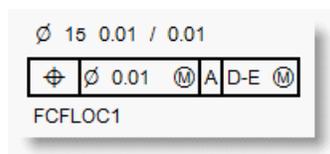
1. Erstellen Sie einzelne Bezüge. Informationen hierzu finden Sie unter "[Definieren von Bezügen](#)".
2. Wählen Sie die Menüoption oder das Symboleisten-Symbol zur Erstellung eines TR-Positionsmerkmals bzw. TR-Profilmerkmals aus. Es erscheint das Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz**.
3. Geben Sie den zusammengesetzten Bezug im Feld <dat> des Bereichs **Toleranzrahmen-Editor** an. Obwohl in der Auswahlliste nur einzelne Bezüge angezeigt werden, können Sie die erforderliche Bezugskombination direkt eingeben. Wählen Sie hierzu die ID des ersten Bezugs aus, geben Sie einen Gedankenstrich und danach die ID für den letzten Bezug der Kombination ein. Wenn der zusammengesetzte Bezug die Bezüge A und B verwendet, würde dies dann folgendermaßen aussehen:



4. Wählen Sie das Element (oder die Elemente) für den TR aus.
5. Nehmen Sie die erforderlichen Eingaben für den TR vor.
6. Klicken Sie auf **Erzeugen**.

So werden Bonusse für zusammengesetzte Bezüge bei MMC angewendet

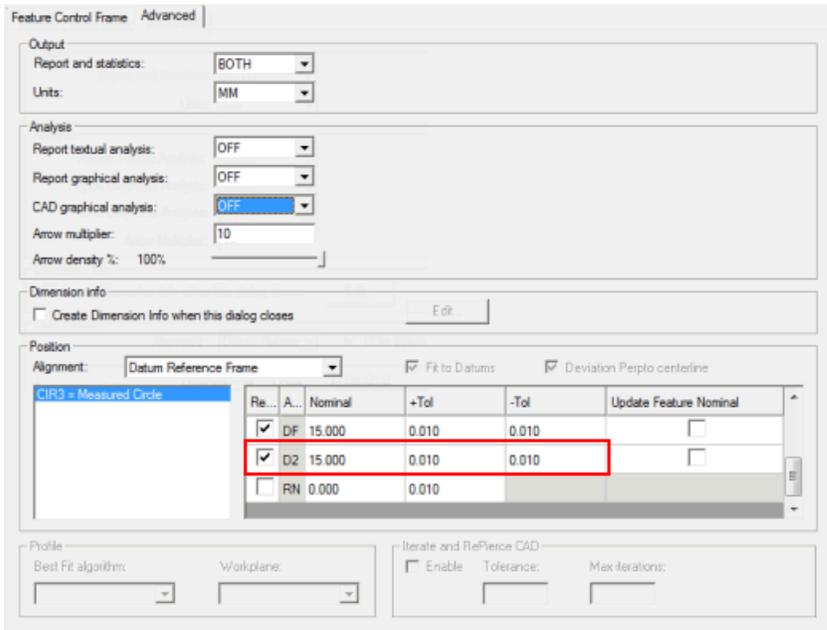
Angenommen, Sie definieren wie folgt einen Positions-TR für ein Loch mit einem zusammengesetzten Bezug D-E bei MMC:



- Bezug A ist eine Fläche.
- Bezug D ist ein Loch.
- Bezug E ist ein weiteres Loch.

Verwenden von Toleranzrahmen

PC-DMIS berechnet den Bonus für jeden Bezug in dem zusammengesetzten Bezug auf Grundlage der gemessenen Größe jedes Bezugs sowie der oberen und unteren Toleranz für die D2-Achse (sekundärer Bezug), wie auf der Registerkarte **Erweitert** des Dialogfelds angegeben:

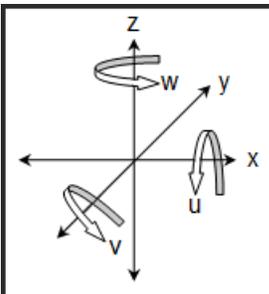


Registerkarte "Erweitert", auf der die D2-Achse mit +Tol.- und -Tol.-Werten angezeigt wird

Der Bonus für Bezug D weicht u. U. vom Bonus für Bezug E ab. Das hängt von den gemessenen Größen der beiden Löcher ab. Der Einpassungsprozess berücksichtigt diesen Umstand.

Erstellen von benutzerdefinierten Bezugssystemen

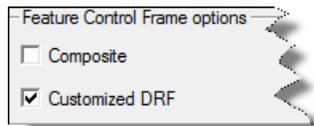
PC-DMIS unterstützt die Funktionalität zur Erstellung von benutzerdefinierten Bezugssystemen (BSs) für TR-Toleranzen (für die Merkmale: Position, Profil mit Bezügen, Symmetrie, Koaxialität, Konzentrität und Lauf) gemäß Abschnitt 4.22 des Standards 'Y14.5 2009 Form- & Lagetoleranz'. Der Standard besagt, dass bei der Anwendung eines benutzerdefinierten BS den Bezugselementen und darin aufgelisteten Modifikatoren Kleinbuchstaben innerhalb von eckigen Klammern folgen müssen. Diese Kleinbuchstaben (x,y,z und u,v,w) stellen die vorgegebenen Freiheitsgrade, auf die eingeschränkt werden soll, dar.



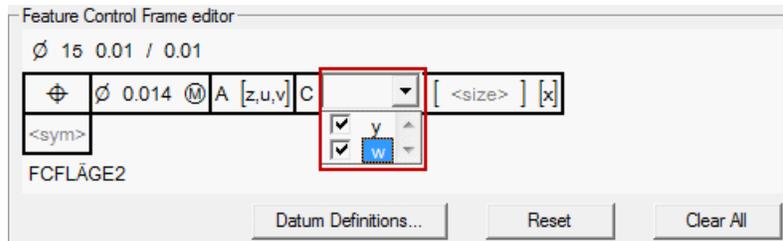
Dieses Diagramm zeigt die sechs Freiheitsgrade im 3D-Raum an (X, Y, Z, U, V und W)

Um die X-, Y- und Z-Achsen ordnungsgemäß ausrichten zu können, muss das Koordinatensystem nach dem(n) Bezugsэлемент(en) ausgerichtet werden, bevor der TR für die Toleranzfestlegung erstellt wird. PC-DMIS setzt voraus, dass das primäre Bezugsэлемент auf Z+ nivelliert ist, und das sekundäre Bezugsэлемент auf X+ rotiert werden. Wird über das Kontrollkästchen **Benutzerdefiniertes BS** ein translatorisches Freiheitsgrad (X, Y oder Z) ausgeschaltet, dann verwendet die Bezugsverlagerung entlang dieser Achse nicht mehr das Bezugsэлемент als einen Startpunkt. Wird kein translatorisches Freiheitsgrad durch irgendein Bezugsэлемент eingeschränkt, wird der Nullpunkt der aktuellen Ausrichtung als Bezug für die Bezugsverlagerungs-Tabelle verwendet.

Markieren Sie das Kontrollkästchen **Benutzerdefiniertes BS** auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** des Dialogfeldes **Form- & Lagetoleranz (Einfügen | Merkmal)**, um im **Toleranzrahmen-Editor** die Fähigkeit zum Auswählen von Freiheitsgraden zur Einschränkung zu aktivieren. (Wird dieses Kontrollkästchen nicht markiert, weist PC-DMIS daraufhin die Freiheitsgrade stattdessen aufgrund des Standards "Y14.5.1M-2009 Mathematical Definition of Dimensioning and Tolerancing Principles" (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung) zu.

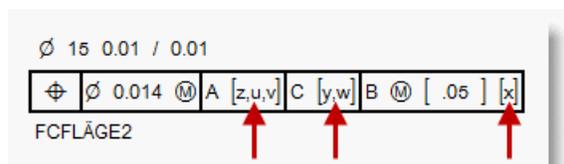


Als Nächstes können Sie, nachdem Sie im BS einen Bezug angegeben haben (und, falls angebracht, beliebige Modifikatoren), auf eine Auswahlliste mit Freiheitsgraden, die Sie einschränken können, zugreifen. Siehe die im obigen Diagramm dargestellten Kleinbuchstaben:



Toleranzrahmen mit verfügbaren, einzuschränkenden Freiheitsgraden

Markieren Sie schließlich das Kontrollkästchen neben dem(n) Freiheitsgrad(en), den(ie) Sie einschränken möchten und drücken Sie dann auf die TAB-Taste oder klicken Sie auf eine Stelle außerhalb der Auswahlliste. Die TR-Voransicht zeigt das benutzerdefinierte Bezugssystem in eckigen Klammern:



Voransichtsbereich mit eingeschränkten Freiheitsgraden

Sie können eine beliebige Gradzahl zur Einschränkung für ein Bezugsэлемент, das noch nicht für einen Bezug mit höherer Priorität angegeben wurde, auswählen. Wenn der sekundäre Bezug

Verwenden von Toleranzrahmen

zum Beispiel "x" Freiheitsgrade einschränkt, dann steht "x" für den tertiären Bezug nicht zur Verfügung.

Anwendung von Maximaler Materialbegrenzung (MMB) und Kleinster Materialbegrenzung (KMB)

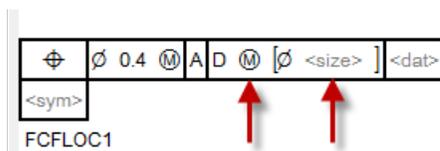
Im Standard 'ASME Y14.5-2009' wird jetzt angegeben, wie sowohl Größen- als auch Positions- bzw. Ausrichtungstoleranzen eines Bezugslements bei der Berechnung des Bezugs-MMB oder -KMB verwendet werden müssen. Weitere Einzelheiten finden Sie im Standard "ASME Y14.5-2009 Dimensioning and Tolerancing" (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung) im Abschnitt 4.11.6, "Determining Size of Datum Feature Simulators at MMB" (Bestimmen der Größe des Bezugslementsensors bei der MMB) und in nachfolgenden Abschnitten über die KMB. Abbildung 4-16, "Beispielberechnungen der maximalen Materialbegrenzung", im ASME-Standard enthält Beispiele darüber, wie die MMB-Begrenzung für ein Bezugslement berechnet wird, wobei sowohl die Größentoleranz des Bezugslements als auch die Positions- oder Ausrichtungstoleranzen für das Bezugslement berücksichtigt werden.

In Übereinstimmung mit dem Standard "Y14.5-2009" berechnet PC-DMIS Bezugsmaterialbegrenzungen jetzt wie folgt:

- **Maximale Materialbegrenzung (MMB)** - Wenn Sie Kreis-M Ⓜ auf einem Bezugslement von Größe angeben, berechnet PC-DMIS die maximale Materialbedingung (MMB) des Bezugs, indem die Auswirkung der Größe auf alle vorangehenden Positions- oder Ausrichtungstoleranzen auf das Bezugslement mit einbezogen werden, wobei die Rangfolge des Bezugs gemäß dem Standard "ASME Y14.5-2009" eingehalten wird. Priorität in einem TR bewegt sich von links nach rechts.
- **Kleinste Materialbegrenzung (KMB)** - Wenn Sie Kreis-K Ⓚ auf einem Bezugslement von Größe angeben, berechnet PC-DMIS die kleinste Materialbedingung (KMB) des Bezugs, indem die Auswirkung der Größe auf alle vorangehenden Positions- oder Ausrichtungstoleranzen auf das Bezugslement mit einbezogen werden, wobei die Rangfolge des Bezugs gemäß dem Standard "ASME Y14.5-2009" eingehalten wird. Priorität in einem TR bewegt sich von links nach rechts.

Festlegen einer bestimmten Begrenzung

Wenn Sie eine bestimmte Begrenzung festlegen möchten, weil beispielsweise die besagte Begrenzung nicht klar ist, dann können Sie die Begrenzung mit Hilfe des **Toleranzrahmen-Editors** ausdrücklich festlegen, indem Sie sie innerhalb von Klammern direkt hinter dem passenden Bezugssystem und den evtl. darauf folgenden Modifikatoren anfügen. Dieser Wert stellt die Größe der Materialbegrenzung dar und wird von PC-DMIS dazu benutzt, die Bonustoleranz für das Bezugslement zu berechnen, wobei alle voranstehenden Positions- oder Ausrichtungstoleranzen für das Bezugslement außer Acht gelassen werden:

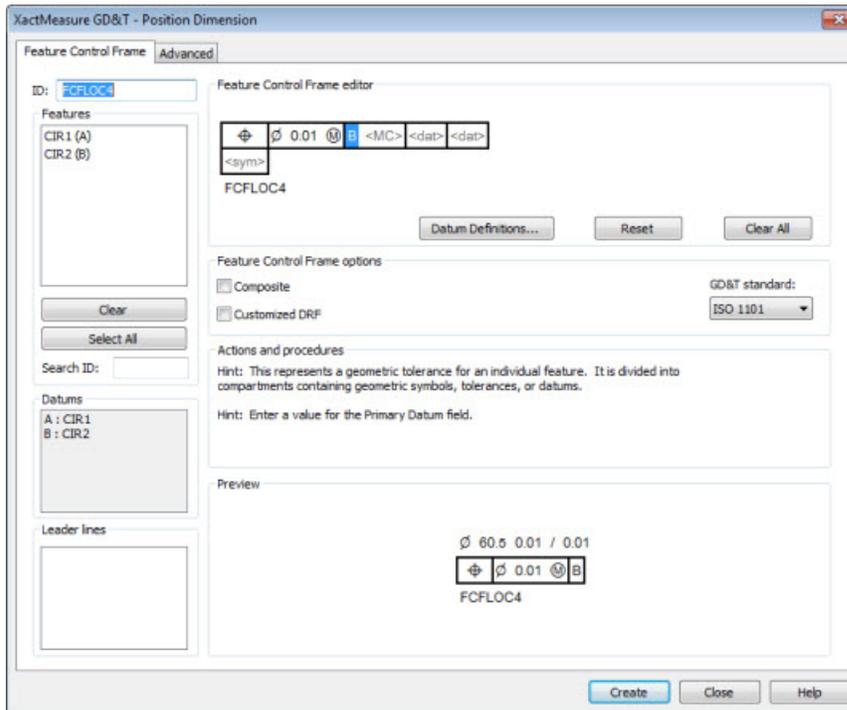


Toleranzrahmen-Editor mit dem "MMB"-Symbol und eckigen Klammern, die den Begrenzungswert beinhalten

Hinweis: Beachten Sie, dass PC-DMIS derzeit nicht die Verwendung von "BSC" oder "BASIC", wie im Standard ASME erläutert wird, unterstützt.

Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz"

Geometrische Toleranzen (Form):

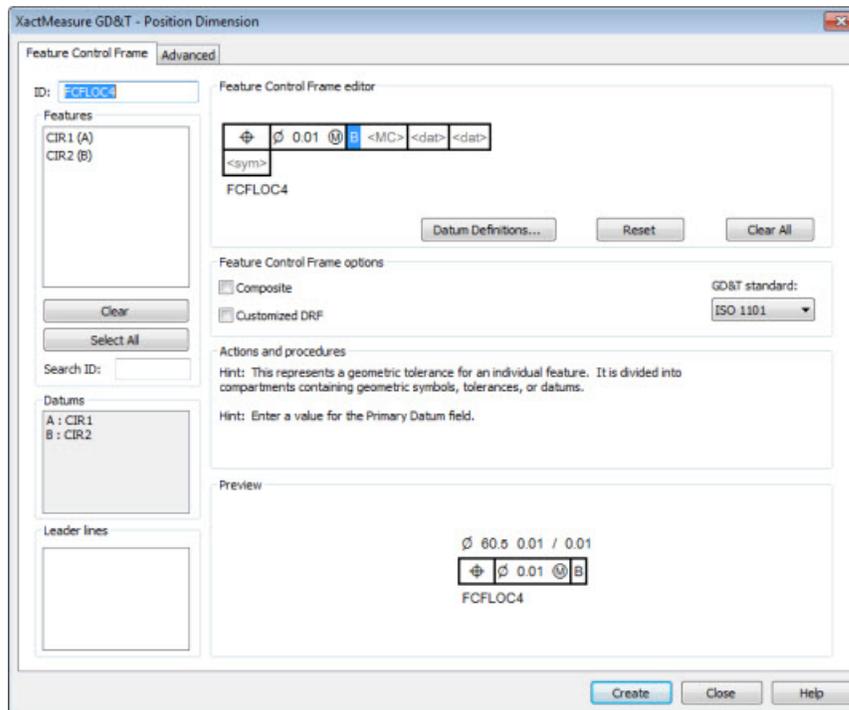


Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz"

Über das Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz** können Sie Merkmale für Toleranzrahmen (TR) erstellen und diese in die Messroutine einfügen. Das Dialogfeld erscheint immer dann, wenn Sie ein unterstütztes TR-Merkmal aus dem Untermenü **Einfügen | Merkmal** auswählen und der Menüeintrag **Einfügen | V3.7 kompatible Merkmale** nicht markiert ist.

Das Dialogfeld besteht aus zwei Registerkarten: **Toleranzrahmen** und **Erweitert**, wobei jede Registerkarte mit verschiedenen Steuerelementen ausgestattet ist, über die Sie den TR und die zugehörigen Merkmalsangaben erstellen können.

Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" - Registerkarte "Toleranzrahmen"



Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" - Registerkarte "Toleranzrahmen"

Die Registerkarte **Toleranzrahmen** im Dialogfeld [XactMeasure FLT \(Einfügen | Merkmal | <Merkmal>\)](#) wird Sie bei der Erstellung eines Toleranzrahmens (TR) unterstützen. Sie bietet Ihnen Möglichkeiten zur Definition von Bezugselementen, zur Auswahl der für die TR-Merkmale verwendeten Elemente, einen Editor zur Definition der angegebenen Symbole, Toleranzen und Bezüge, die im TR verwendet werden. Außerdem bietet es eine Voransicht zur Überprüfung des aktuellen Status' des TR während der Erstellung. Weitere Informationen zu den verschiedenen Einträgen in dieser Registerkarte finden Sie in der unten stehenden Liste der Steuerelemente:

ID – In diesem Feld wird der Name für den TR angezeigt. Sie können diesen Namen ändern.

Elemente - In dieser Liste können Sie die Elemente, die für einen bestimmten TR-Typ in Betracht gezogen wurden, auswählen. Einige der Elemente sind unter Umständen schon in der Messroutine vorhanden, stehen aber nicht für den Toleranzrahmen zur Verfügung. Beispielsweise ist ein Ebenenelement nicht für das Merkmal "Rundheit" verfügbar. Nachdem das erste Element ausgewählt wurde, aktualisiert PC-DMIS diese Liste. Dadurch wird sichergestellt, dass die Elemente, die Sie zur Erstellung eines Elementmodells für den TR verwenden, kompatibel sind.

Bezüge - Hier werden alle Bezüge angezeigt, die über den Befehl BEZUGDEFINITION definiert wurden. Nur die Bezugselemente oberhalb der aktuellen Cursorposition im Bearbeitungsfenster werden aufgelistet. Bezüge werden im TR stets mit Hilfe der [definierten Buchstaben](#) referenziert, die solche Bezüge darstellen (wie beispielsweise A, B und C).

Führungslinien - In dieser Liste werden alle die Elemente angezeigt, die Sie in der Liste **Elemente** ausgewählt haben. Mit jedem Element ist ein Kontrollkästchen verknüpft. Wenn

Sie ein Kontrollkästchen auswählen, zeichnet PC-DMIS eine Führungslinie zu diesem Element im Grafikfenster des TR. Standardmäßig zeigt PC-DMIS zunächst alle möglichen Führungslinien an. Sie können aber auch die Auswahl für die Kontrollkästchen aufheben, um die Führungslinien auszublenden.

Toleranzrahmen-Editor – In diesem Bereich können Sie vorgenommene Änderungen auf den TR anwenden. Sie können Felder entweder mit der Maus oder durch Drücken der TABULATOR-TASTE und dann auf ENTER auswählen, um das jeweilige Feld in den Bearbeitungsmodus zu versetzen. Ist das Feld editierbar, wird entweder eine Auswahlliste mit verfügbaren Optionen oder ein Feld, in das Sie Text eingeben können, angezeigt. Nach der Bearbeitung des Feldes drücken Sie entweder auf ENTER, die TABULATOR-TASTE oder klicken Sie auf ein anderes Feld, um den Bearbeitungsmodus zu verlassen. Durch Drücken auf UMSCHALT+TAB kehren Sie zum vorhergehenden Feld zurück.

Sollte ein Feld leer sein, wird eine kurze Beschreibung in Klammern zur Identifizierung eingeblendet. Diese Beschreibungen entsprechen folgenden Feldern:

<EB> - Einheit-Bereich (nur für Ebenheit-TR-Merkmale. Siehe auch "Kontrollkästchen 'Pro Einheit'" weiter unten.)

<UTZ> - [Ungleiche Toleranzzone](#) (nur für Profil-TR-Merkmale)

<UTZW> - [Ungleicher Toleranzzonenwert](#) (nur für Profil-TR-Merkmale)

<MB> - Materialbedingung

<Größe> - Materialbegrenzungsgröße

<D> - Durchmesser

<Merkm> - Merkmal- oder Toleranzrahmentyp

<PZ> - Projizierte Zone

<num> - Anzahl der Elemente

<nennw> - Nennwert der Elementgröße

<+tol> - Plus toleranz

<-tol> - Minustoleranz

<tol> - Toleranz

<dat> - Bezug

<sym> - Merkmalssymbol

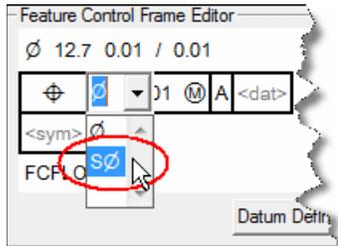
[x,y,z oder u,v,w] - Benutzerdefinierte Bezugssysteme. Siehe "[Erstellen eines benutzerdefinierten Bezugssystems](#)".

<Anmerkungen hier anfügen> - Anmerkungsfeld in der ersten Zeile

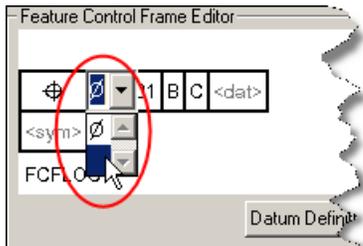
Verwenden von Toleranzrahmen

<Optionale Anmerkungen zum Design hier anfügen> - Optionale Anmerkungen zum Design in der letzten Zeile

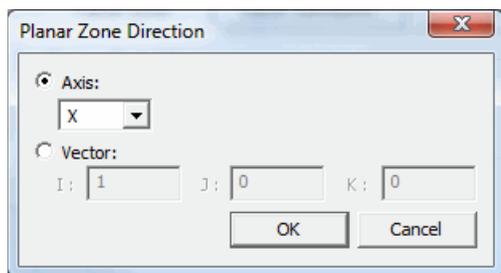
Kugelzone – Sie können einen kugelförmigen Toleranzbereich verwenden, wenn Sie über einen Positions-TR für ein Punkt- oder Kugelelement verfügen. Zur Aktivierung eines kugelförmigen Toleranzbereichs wählen Sie das Element aus, für das ein Merkmal erstellt werden soll. Wählen Sie dann im TR-Editor das Durchmessersymbol \varnothing aus und ändern Sie es auf das Kugelzone-Symbol, wie hier veranschaulicht:



Planarzone - Diese Schaltfläche wird im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** dieser Registerkarte angezeigt, wenn Sie ein TR-Merkmal 'Position' oder eines der Ausrichtungs-TR-Merkmale (Rechtwinkligkeit, Parallelität oder Neigung) definieren und die Toleranzzone auf eine planare Zone eingestellt ist. Um eine planare Zone zu aktivieren und diese Schaltfläche anzuzeigen, wählen Sie das Durchmessersymbol \varnothing im TR-Editor aus und löschen den Inhalt wie hier veranschaulicht:



Nachdem die Schaltfläche **Planarzone** erscheint, können Sie darauf klicken, um das Dialogfeld **Richtung Planarzone** auszuwählen:



Dialogfeld "Richtung Planarzone"

Im Dialogfeld **Richtung Planarzone** können Sie den Richtungsvektor für die Planarzone mit einer der beiden folgenden Methoden angeben:

- Wählen Sie in der derzeit aktiven Ausrichtung eine Achse aus. Klicken Sie auf die Option **Achse**. Wählen Sie dann aus der Liste **Achse** eine Achse aus: **X**, **Y**, **Z**, **Radialer Bogen** oder **Orthogonal zum Radius**.

Radialer Bogen / Orthogonal zum Radius

Sie können eine Positionstoleranz in zwei Richtungen auf Elemente, die von polaren Koordinatenmerkmalen relativ zu den angegebenen Bezugselementen angeordnet wurden, anwenden. Hierzu definieren Sie zwei TR-Merkmale und wenden in jeder Richtung eine unterschiedliche planare Toleranz an. Eine der Toleranzen des TR-Merkmals sollte eine radiale Richtung (**Radialer Bogen**) sein. Das andere TR-Merkmal sollte orthogonal zur imaginären Mittellinie, die durch die Elemente verläuft, sein (**Orthogonal zum Radius**). Um die positionellen Toleranzen in diesen beiden Richtungen simultan auszuwerten, müssen Sie einen Befehl SIMULTANE AUSWERTUNG, der auf diese beiden TRs verweist, erstellen. Siehe das Thema "[Simultanes Auswerten von Toleranzrahmen](#)".

Sehen Sie sich das folgende Beispiel an. Angenommen, die folgenden beiden TR-Merkmale werden im unten stehenden Diagramm auf den mit 'Punkt 1' beschriebenen Kreis angewandt:

Merkmal 1 unter Verwendung von "Radialer Bogen":



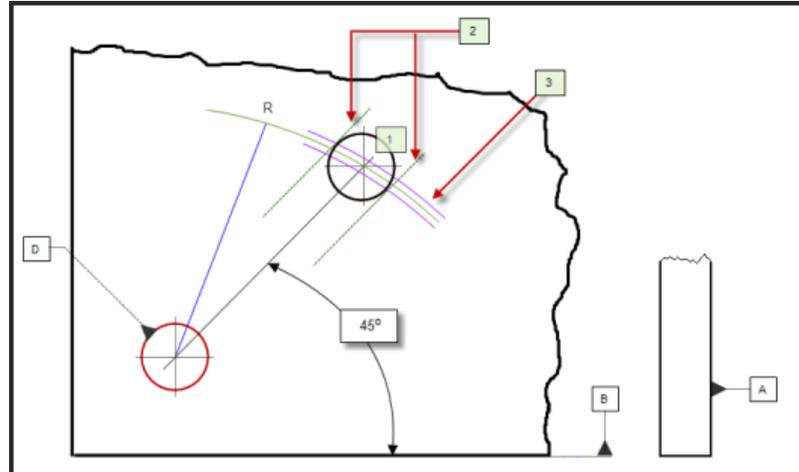
Merkmal 2 unter Verwendung von "Orthogonal zum Radius"



Die Toleranz **Radialer Bogen** (Punkt 3) wäre dann ein 0,04 breiter Toleranzbereich, angewandt auf den Bogen, der durch den Kreismittelpunkt und den Radius (R) verläuft.

Die Toleranz **Orthogonal zum Radius** (Punkt 2) wäre dann ein 0,2 breiter Toleranzbereich, der parallel zur Mittellinie, die durch die Mitte von Bezugselement D und Kreis 1 verläuft, liegt.

Verwenden von Toleranzrahmen



Diagramm, das Toleranzzonen für 'Radialer Bogen' (3) und 'Orthogonal zum Radius' (2), angewandt auf einen Kreis, veranschaulicht

- Geben Sie IJK des Richtungsvektors direkt ein. Klicken Sie auf die Option **Vektor**. Geben Sie dann in die Felder **I**, **J** und **K** den Richtungsvektor ein.

Dieser Richtungsvektor wird in der derzeit aktiven Ausrichtung verwendet.

Bezugsdefinitionen - Über diese Schaltfläche haben Sie Zugriff auf das Dialogfeld **Bezugsdefinitionen**, in dem Sie die Bezüge für das aktuelle TR-Merkmal definieren können.

Toleranzrahmen-Optionen – Die Optionen in diesem Bereich variieren je nach Typ des TR-Merkmals, das Sie erstellen. Diese werden im Folgenden näher beschrieben.

- Kontrollkästchen "Pro Einheit"
- [Profiloptionen](#)
- Kontrollkästchen "Verbund"
- Optionen "Axial" und "Radial"
- Kontrollkästchen "Benutzerdefiniertes BS"
- Bereich "FLT-Standard"
- Liste "Lokale Größe"

Vorgänge und Verfahren – Dieser Abschnitt zeigt Tipps und Anweisungen, die Sie bei der Erstellung gültiger TRs unterstützen sollen.

Voransicht – Dieser Abschnitt zeigt eine Voransicht des TR mit den aktuellen Einstellungen. Die leeren Felder oder leeren Beschreibungen, die im Abschnitt **Toleranzrahmen-Editor** erscheinen, wie beispielsweise Text in Klammern (<dat>), gehören nicht dazu.

Anmerkungen zum Toleranzrahmen-Editor

Beachten Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Editor**, dass manche der Symbolfelder für gewisse Merkmale nur dann erscheinen, wenn sie unterstützt werden. Zum Beispiel zeigt PC-DMIS bei einem Rundheitsmerkmal das Toleranzfeld an, blendet aber alle Bezüge oder Modifikator-Felder aus.

Formmerkmale (Rundheit, Zylindrizität, Ebenheit, "Nur Form"-Profil) – Diese unterstützen keine Bezüge oder Modifikatoren, daher werden diese Felder nicht angezeigt. Das Merkmal "Profil" fällt in manchen Fällen in diese Kategorie, wenn "Nur Form" markiert ist. Bei "Form und Lage" bei Profilmmerkmalen ist die Anzeige von Modifikatoren allerdings zulässig.

Ausrichtungsmerkmale (Parallelität, Rechtwinkligkeit, Neigung) – Diese lassen Bezüge und Modifikatoren zu.

Positionsmerkmale (Position, Konzentrizität, Koaxialität, Symmetrie, Profil mit Form und Lage) – Diese lassen Bezüge und Modifikatoren zu.

Laufmerkmale – Hierfür müssen Bezüge angegeben werden.

Merkmal 'Geradheit' - Dieses Merkmal unterstützt Modifikatoren, wenn es sich bei dem Element, für das ein Geradheitsmerkmal erstellt wird, um ein Zylinderelement handelt. Es unterstützt keine Bezüge.

Und nur die folgenden Merkmale haben mehrere Zeilen im Editor:

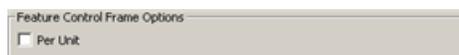
- Positionieren
- Parallelität
- Rechtwinkligkeit

Toleranzzonen für Formmerkmale

Weitere Informationen darüber, auf welche Art und Weise PC-DMIS Toleranzzonen für Formmerkmale protokolliert, finden Sie unter dem Thema "Protokollierte Toleranzzonen für Formmerkmale" im Abschnitt "Messergebnisse protokollieren".

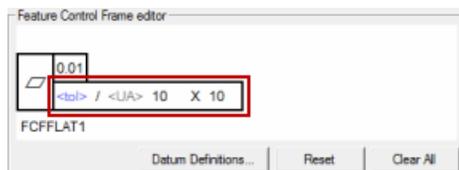
Kontrollkästchen "Pro Einheit"

Es erscheint das Kontrollkästchen **Pro Einheit** auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** im Dialogfeld **XactMeasure FLT (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** für Ebenheits- und Geradheitsmerkmale. Sie können damit eine Ebenheit pro Einheitsfläche oder Geradheit pro Einheitslänge angeben:



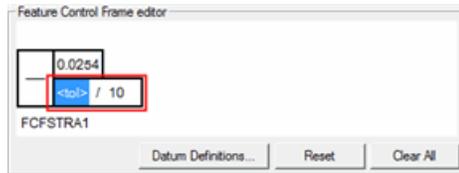
Kontrollkästchen "Pro Einheit"

Bei Auswahl des Kontrollkästchens **Pro Einheit** ändert PC-DMIS den Bereich **Toleranzrahmen-Editor** insofern, dass eine zusätzliche Zeile angefügt wird, in die Sie einen Toleranzwert sowie die Werte für die Einheitsfläche oder Einheitslänge eingeben können:



Toleranzrahmen-Editor (pro Einheit Ebenheit)

Verwenden von Toleranzrahmen



Toleranzrahmen-Editor (pro Einheit Geradheit)

PC-DMIS verwendet nun automatisch eine Schrittgröße, mit der sichergestellt wird, dass das "Pro-Einheit-Fenster" die maximale Überlappung einschließt, wenn es über alle Punktdaten "gleitet".

'Pro Einheit Ebenheit'-Überlappungsdetails:

Die Überlappung zwischen Einheitsbereichen für Ebenheit beträgt normalerweise 90%. Dies ist dann der Fall, wenn die folgenden zwei Zustände gegeben, also wahr sind:

- $TL < 10 * UL$

wobei "TL" für "Gesamtlänge" und "UL" für "Einheitslänge" steht.

- Die Anzahl der Punkte ist geringer als 9.999.

Die Überlappung verringert sich auf ein Minimum von 50%, wenn eines der folgenden Kriterien wahr ist:

- $TL > 25 * UL$

wobei "TL" für "Gesamtlänge" und "UL" für "Einheitslänge" steht.

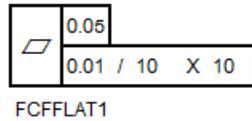
- Die Anzahl der Punkte ist größer als 24.999

In Tabellenform wird dies so ausgedrückt:

Überlap	Anzahl Punkte	Gesamtlänge geteilt durch Einheitslänge
90%	5.000	5
80%	10.000	10
70%	15.000	15
60%	20.000	20
50%	≥ 25.000	≥ 25

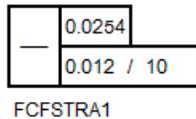
Wenn Sie die gewünschten Informationen eingeben und den Toleranzrahmen (TR) erstellen, wendet PC-DMIS in dem Toleranzrahmen (TR) auch die Ebenheit pro Einheitsfläche oder Geradheit pro Einheitslänge an:

Beispiel: Ein Ebenheits-TR mit einer gesamten Ebenheits-Toleranz von 0,05 und einer Pro-Einheit-Toleranz von 0,01 pro Einheitsfläche von 10x10 würde folgendermaßen aussehen:



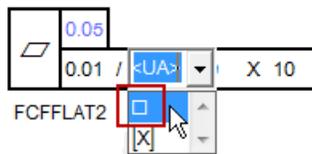
Beispiel für einen fertiggestellten Pro-Einheit-Ebenheit-TR

Beispiel: Ein Geradheit-TR mit einer gesamten Geradheit-Toleranz von 0,0254 und einer Pro-Einheit-Toleranz von 0,012 / pro Einheitslänge von 10 würde folgendermaßen aussehen:



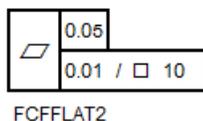
Beispiel für einen fertiggestellten Pro-Einheit-Geradheit-TR

PC-DMIS unterstützt auch das Symbol "Bereich Viereck", das dem "Y14.5 2009"-Standard hinzugefügt wurde. Dieses Symbol wird dazu verwendet, anzugeben, wenn ein Bereich absolut quadratisch ist, was bedeutet, dass der Längenwert des 'Pro Einheit'-Bereichs mit dem Breitenwert desselben übereinstimmt. Sie wenden dieses Symbol an, indem Sie das Feld <EB> (Einheit Bereich) auswählen und dann das Symbol "Bereich Viereck" aus der Auswahlliste wählen:



Beispiel einer Auswahl des Symbols "Bereich Viereck"

Der TR erscheint wie folgt. Der TR würde dann wie folgt erscheinen, wobei das Symbol "Bereich Viereck" angibt, dass der Wert "Pro Einheit Bereich", der darauf folgt, dieselbe Länge und Breite aufweist (in diesem Fall "10", womit ein Bereich von 10x10 gemeint ist):



Beispiel eines fertiggestellten Pro-Einheit-Ebenheit-TR mit Symbol "Bereich Viereck"

Das Symbol "Bereich Viereck" erscheint ebenfalls in der Protokollausgabe.

Profiloptionen

Kein Bezugsэлемент

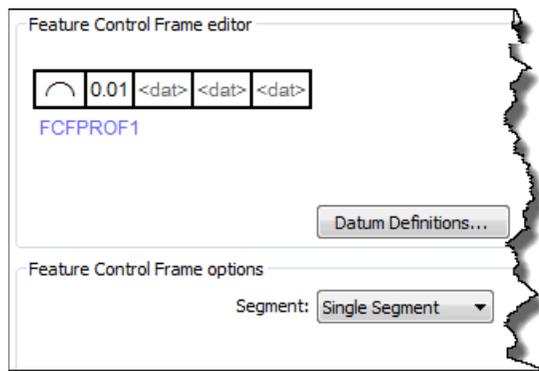
Wenn Sie für ein Toleranzrahmen(TR)-Profilmerkmal auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** im Dialogfeld **XactMeasure FLT (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** kein Bezugsэлемент angeben, dann wird die Lage des gemessenen Elements nicht gesteuert. Ein Profilmerkmal ohne ein Bezugsэлемент bestimmt darüber, wie sehr das Messelement in Form und Größe mit dem

Verwenden von Toleranzrahmen

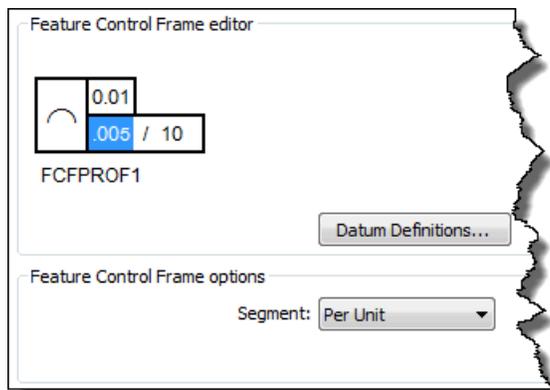
theoretischen Element übereinstimmt. Sie müssen außerdem den **Besteinpassungs-Algorithmus** im Bereich **Profil** der Registerkarte **Erweitert** im Dialogfeld **XactMeasure FLT (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)**. Der Algorithmus ist standardmäßig **MIN./MAX.**, um dem Standard ASME Y14.5 und dem Standard ISO 1101 zu entsprechen. Weitere Angaben hierzu finden Sie im Thema "[FLT Dialogfeld - Registerkarte 'Erweitert'](#)".

Für ein TR-Linienprofil ohne jegliches Bezugsэлемент erscheint die Liste **Segment**. Diese Liste enthält folgende zwei Einträge:

- **Einzelnes Segment** – Dies ist ein "Einzelsegment"-Profil eines Linienprofil-Merkmals mit insgesamt einem einzelnen Segment (im Gegensatz zu einem Verbund oder einem Profil mit zwei Segmenten).



- **Pro Einheit** - Diese Funktion verhält sich fast ebenso wie das Kontrollkästchen **Pro Einheit** für Ebenheit. Bei Linienprofilen ist der Abstand **Pro Einheit** ein Bogenabstand entlang einer Linie, eines Scans, einer Kurve, eines Kreises oder einer Ellipse. Dieses Element gilt nur für Linienprofile, nicht für Flächenprofile.



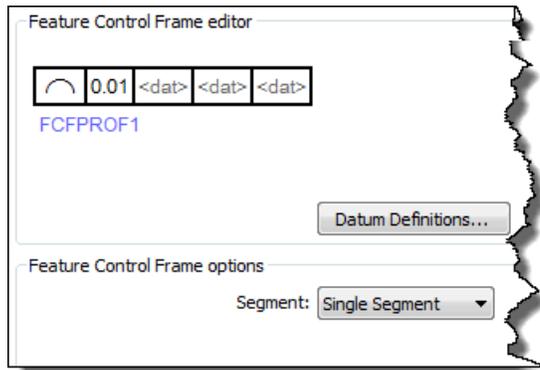
Mit einem Bezugsэлемент

Wenn Sie mindestens ein Bezugsэлемент wählen, dann wird die Liste **Segment** durch das Kontrollkästchen **Verbund** ersetzt. Dadurch wird bestimmt, ob das Merkmal ein Verbund-Profilmerkmal ist oder nicht. Siehe auch "[Kontrollkästchen 'Verbund'](#)".

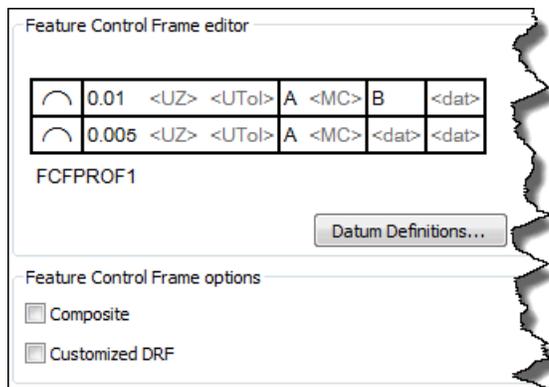
Ein Profilmerkmal ohne ein Bezugsэлемент bestimmt darüber, wie sehr das Messelement in Form und Größe mit dem theoretischen Element übereinstimmt. Das Profil muss sich innerhalb eines akzeptablen Toleranzbereiches, der durch die oberen und unteren Toleranzwerte definiert

wird, befinden. Die Toleranzzone ist normalerweise gleichmäßig um die theoretische Form herum angeordnet, kann jedoch auch als eine ungleiche Toleranzzone definiert werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "[Anwendung von Ungleichen Toleranzzonen mit Profil-Toleranzrahmen-Merkmalen](#)".

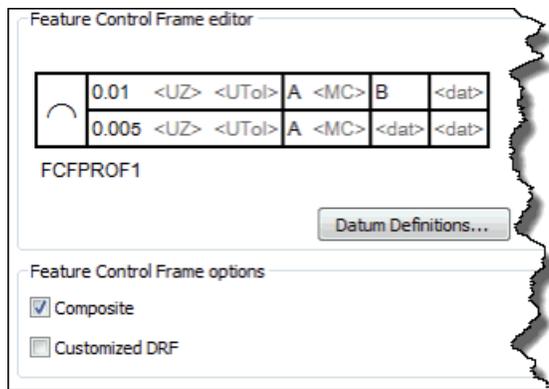
- Ein Linienprofil mit einem Segment:



- Ein Linienprofil mit zwei Segmenten:

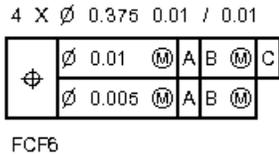


- Ein Verbundlinienprofil:

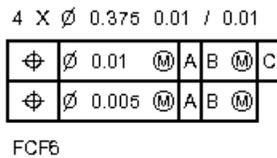


Kontrollkästchen "Verbund"

Über das Kontrollkästchen **Verbund** auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** im Dialogfeld **XactMeasure FLT (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** wird gesteuert, ob die primäre und die sekundäre Merkmalsreihe das gleiche Symbol in einer einzigen zusammengeführten Zeile, die sich über beide Reihen erstreckt, verwenden soll oder nicht. Bei Auswahl dieses Kontrollkästchens wird das Symbol folgendermaßen dargestellt:



Wenn Sie die Auswahl des Kontrollkästchens aufheben, werden die erste und zweite Reihe mit jeweils einzelnen Symbolen dargestellt, selbst wenn es sich um das gleiche Symbol handelt.



Im "ASME Y14.5 – 1994 Geometric Dimensioning and Tolerancing" (Geometrische Bemaßung und Toleranzfestlegung) werden die unterschiedlichen Interpretationen dieser Bedingungen beschrieben.

Optionen "Axial" und "Radial"

Wenn Sie entweder das TR-Merkmal "Kreisförmig" oder "Gesamtlauf" erstellen, dann erscheinen die Optionen **Axial** und **Radial** im Bereich **Optionen "Toleranzrahmen"** der Registerkarte **Toleranzrahmen** des Dialogfeldes **XactMeasure FLT (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)**. Sie kennzeichnen den Rundlauftyp. In manchen Fällen wird durch die Eingabelemente automatisch bestimmt, welche dieser beiden Optionen ausgewählt wird:

- **Axial** – Der Lauf wird an der Stirnfläche eines zylindrischen Werkstücks gemessen.
- **Radial** – Der Lauf wird an der zylindrischen Fläche einer Bohrung oder Welle gemessen.

Bei einem Rundlauf mit einem Kreiselement als Eingabe wird in diesem Bereich auch eine Auswahlliste "Flächentyp" eingeblendet, die diese beiden Optionen enthält: **Konisch** oder **Zylindrisch**.



Bereich "Toleranzrahmen-Optionen" für ein Rundlaufmerkmal, für das die Option "Konisch" aus der Liste ausgewählt wurde, und ein theoretisches Halbkegel-Winkelfeld

Mit dieser Liste wird der Flächentyp für das Kreiselement definiert. Befindet sich dieses Element auf einem Zylinder, dann wählen Sie die Option **Zylindrisch** aus. Befindet es sich auf einem Kegel, wählen Sie **Konisch**.

Wird die Option **Konisch** ausgewählt, erscheint ein weiteres Bearbeitungsfeld namens **Theoretischer Halbkegelwinkel**, mit dem Sie bestimmen können, welcher Halbkegelwinkel bei der Rundlaufberechnung verwendet werden soll. PC-DMIS berechnet das Rundlaufmerkmal eines Kreises, der auf der Fläche eines Kegels, senkrecht zur Kegeloberfläche, gemessen wird. Hierzu wird das zylindrische Ergebnis mit dem KOS (Halbkegelwinkel) multipliziert.

Weitere Informationen zu TR-Läufen finden Sie im Thema "[Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals 'Lauf'](#)".

Benutzerdefiniertes BS (DRF = Customized Datum Reference Frame)

Mit dem Kontrollkästchen **Benutzerdefiniertes BS** auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** des Dialogfeldes **XactMeasure Form- & Lagetoleranz (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** haben Sie die Möglichkeit, benutzerdefinierte Bezugssysteme gemäß dem Y14.5 2009 Form- & Lagetoleranz-Standard zu erstellen. Markierte Auswahllisten in eckigen Klammern geben Ihnen die Möglichkeit, auszuwählen, auf wieviele Freiheitsgrade sie einschränken möchten. Siehe "[Erstellen eines benutzerdefinierten Bezugssystems](#)".

FLT-Standard

Bereich **FLT-Standard** - In der Liste **Toleranzrahmen** im Dialogfeld **XactMeasure FLT (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** können Sie den für den Toleranzrahmen (TR) zu verwendenden FLT-Standardtyp wählen. Die verfügbaren Optionen sind **ISO 1101**, **ASME Y14.5** und **Benutzerdefiniert**.

Wenn Sie **ISO 1101** oder **ASME Y14.5** auswählen, ändert PC-DMIS verschiedene Einstellungen und Berechnungen für Form- und Lagetoleranzen, sodass diese dem ausgewählten Standard entsprechen. PC-DMIS wählt in dieser Liste automatisch **Benutzerdefiniert** aus, wenn Sie etwas tun, das den vorher ausgewählten Standard erweitert oder anpasst.

ISO 1101

Wenn dieser Standard gelten soll, wendet PC-DMIS folgende Änderungen an:

- Die Profilabweichung wird als das Zweifache der maximalen Abweichung berechnet.
- Die Auswahl des Kontrollkästchens **Rechtw. zur Mittellinie** wird dadurch standardmäßig aufgehoben. Sie können das Kontrollkästchen später je nach Bedarf wieder aktivieren.
- Das Kontrollkästchen **An Bezüge anpassen** wird standardmäßig aktiviert. Wenn Sie das Kontrollkästchen später deaktivieren, ändert sich die Auswahlliste in **Benutzerdefiniert**.
- Axiale/Radiale Läufe werden nach diesem Standard berechnet.
- Koaxialität verwendet das Konzentritätssymbol, ein Durchmessersymbol steht vor der Toleranz. MMC/LMC sind auf berücksichtigten Elementen und Bezügen zulässig.
- Symmetrie lässt Modifikatoren für MMC/LMC auf berücksichtigten Elementen und Bezügen zu.

Verwenden von Toleranzrahmen

- Materialbedingungssymbole sind M (für MMC), L (für LMC) und eine Leerstelle (für RFS).
- Wenn Sie das Positionssymbol P für ein Auto Zylinderelement wählen, dann wird die Liste **Lokale Größe** angezeigt. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "[Liste 'Lokale Größe'](#)".

ASME Y14.5

Wenn dieser Standard gelten soll, wendet PC-DMIS folgende Änderungen an:

- Die Profilabweichung wird berechnet als (max. Abweichung - min. Abweichung).
- Das Kontrollkästchen **Rechtw. zur Mittellinie** wird dadurch standardmäßig aktiviert. Sie können das Kontrollkästchen später je nach Bedarf wieder deaktivieren.
- Das Kontrollkästchen **An Bezüge anpassen** wird standardmäßig aktiviert. Wenn Sie das Kontrollkästchen später deaktivieren, ändert sich die Auswahlliste in **Nicht-Standard**.
- Axiale/Radiale Läufe werden nach diesem Standard berechnet.
- Vor der Koaxialitätstoleranz steht ein Durchmessersymbol. MMC/LMC sind auf berücksichtigten Elementen und Bezügen zulässig.
- Symmetrie ist sowohl für berücksichtigte Elemente als auch Bezüge unabhängig vom Istmaß (RFS – Regardless of Feature Size).
- Materialbedingungssymbole sind M (für MMC), L (für LMC) und eine Leerstelle oder S (für RFS).

Benutzerdefiniert

Wenn Sie diese Option wählen, gilt kein bestimmter Standard, es wird also praktisch überhaupt nichts geändert. PC-DMIS ändert jedoch die Auswahllisten in **Benutzerdefiniert**, und andere Elemente werden unverfügbar, wenn Sie entweder:

- versuchen, die Parallelität einer Ebene mit einer Projektionslänge/-breite oder einem Durchmesser zu dimensionieren oder
- das Kontrollkästchen **An Bezüge anpassen** deaktivieren oder
- Wählen Sie das R-Symbol in der Maßtoleranz für ein Positionsmerkmal aus.

Anmerkungen:

- Vor der Version 2014.1, wurde zur Protokollierung der lokalen Größe der Standard **ISO 8015** ausgewählt. In Version 2014.1 wurde **ISO 8015** aus der Liste **FLT-Standards** entfernt. Wählen Sie nun zum Protokollieren von lokalen Größen in der Liste **FLT-Standards** die Option **ISO 1101** aus, um die Liste **Lokale Größe** einzublenden. Wählen Sie in der Liste **Lokale Größe** die Option **Lokal: MAX & MIN** aus. Weitere Informationen finden Sie im Thema "[Liste 'Lokale Größe'](#)".
- Zur Einstellung des Standards für V3.7-kompatible Merkmale sollten Sie weiterhin den Registrierungseintrag `UseISOCalculations` verwenden. (Weitere Informationen finden Sie unter "Merkmale "Flächenprofil" oder "Linienprofil" erstellen" im Abschnitt "Legacy-Merkmale verwenden".)

Liste "Lokale Größe"

Die lokale Größe wird dort gemessen, wo Sie die Messpunkte auf jeder Ebene des Auto-Zylinders entlang seiner Achse aufnehmen. Sie sollten zur Auswertung der lokalen Größe Messwerte auf mehr als zwei Ebenen aufnehmen.

Die Liste **Lokale Größe** gehört zur Registerkarte **Toleranzrahmen** des Dialogfeldes **XactMeasure FL&T (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** und definiert den Typ der verwendeten Optionen der lokalen Größe. Diese Liste wird nur unter folgenden Bedingungen angezeigt:

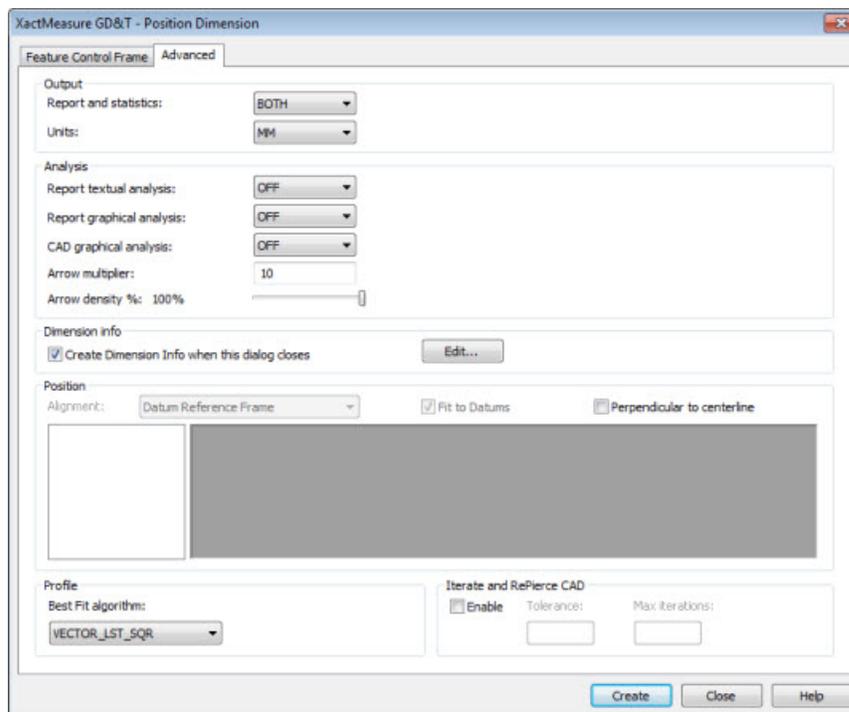
- Sie haben einen Auto-Zylinder ausgewählt.
- Sie haben das Symbol Position  für Ihren Toleranzrahmen (TR) ausgewählt.
- Sie haben in der Liste **F<-Standard** die Option **ISO 1001** gewählt.

Die Liste **Lokale Größe** enthält die folgenden Optionen:

KEINE - Keine lokale Größe vorhanden.

Lokal: MIN & MAX - Damit wird die größte (MAX) und kleinste (MIN) lokale Größe aller entlang der Achse des Auto-Zylinders gemessenen Ebenen protokolliert.

Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" - Registerkarte "Erweitert"



Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" – Registerkarte "Erweitert"

Die Registerkarte **Erweitert** im [Dialogfeld XactMeasure FLT \(Einfügen | Merkmal | <Merkmal>\)](#) bietet Ihnen die Möglichkeit, Ausgabe- und Analyseoptionen für die Toleranzrahmen (TR)-

Verwenden von Toleranzrahmen

Merkmale einzustellen. Informationen zu dieser Registerkarte finden Sie in der Auflistung der Dialogfeldoptionen, die nachfolgend erläutert werden. Beachten Sie, dass viele dieser Funktionen bereits in den V37-kompatiblen Merkmalen vorhanden sind. Detaillierte Angaben finden Sie im Abschnitt "Anwenden von V3.7-kompatiblen Merkmalen".

Ausgabe

Im Bereich **Ausgabe** haben Sie die Möglichkeit, über die Liste **Protokoll und Statistik** die Toleranzrahmen-Ergebnisse auszugeben:

- **STAT** – leitet die Ausgabe in statistische Dateien
- **PROTOKOLL** – leitet die Ausgabe in das Prüfprotokoll
- **BEIDE** – leitet die Ausgabe in das Prüfprotokoll und in Statistikdateien
- **KEINE** – leitet die Ausgabe nirgendwohin

Wenn PC-DMIS einen TR-Befehl ausführt, werden die Ergebnisse an die vorgegebene Ausgabe gesendet.

Hinweis: Wenn Sie **Stat** oder **Beide** wählen, dann muss ein vorangehender Befehl **STAT/EIN** im Bearbeitungsfenster vorhanden sein, damit der TR an die Statistikdatei gesendet werden kann.

Die Liste **Einheiten** bestimmt die von Ihrem TR verwendeten Maßeinheiten. Sie können zwischen folgenden Optionen wählen:

- **IN** - Zoll
- **MM** - Millimeter

Wenn Sie zum ersten Mal ein Merkmal (entweder V3.7-kompatibel oder TR) erstellen, verwendet PC-DMIS die von der aktuellen Messroutine benutzte Maßeinheit. Danach erinnert sich PC-DMIS, wenn Sie das nächste Mal ein Merkmal- oder '**Form- & Lagetoleranz**'-Dialogfeld öffnen, an die Auswahl, die Sie bei der letzten Merkmalerstellung getroffen haben.

Tipp: Wenn Sie mehr als einen Toleranzrahmen in Ihrer Messroutine erstellen, müssen Sie Ihre Einstellungen nicht ständig im Bereich **Ausgabe** definieren. PC-DMIS prüft stattdessen automatisch die Cursorposition im Bearbeitungsfenster. Befindet sich an der aktuellen Position ein Toleranzrahmen, werden diese Einstellungen verwendet. Wenn dort kein Toleranzrahmen gefunden wird, setzt das Programm die Suche im Bearbeitungsfenster fort und verwendet die Einstellungen von dem unmittelbar davor liegenden Toleranzrahmen.

Analyse

In diesem Bereich können Sie das Merkmalausgabe-Analyseformat für den TR festlegen. Der Bereich enthält drei Auswahllisten für verschiedene Arten von Analysen:

- **Textanalyse-Protokoll** - Dieser Analysetyp wird in Textform angezeigt. Folgende Elemente sind im standardmäßigen Prüfprotokoll und im Protokollfenster für jeden einzelnen Messpunkt, der im TR verwendet wird, enthalten:
 - Gemessene Werte für X, Y und Z
 - Gemessene Werte für I, J und K
 - Abweichung jedes einzelnen Messpunkts
 - "MAX"- oder "MIN"-Markierungen am Ende jeder Zeile, wenn der Messpunkt entweder eine maximale oder minimale Abweichung erzeugt

- **Grafisches Analyse-Protokoll** - Bei dieser Analyseart wird die Abweichung jedes einzelnen Messpunkts für den im Werkstück des Protokolls verwendeten Toleranzrahmen in grafischer Form mit farbigen Pfeilen angezeigt. Jeder Pfeil stellt die Abweichung eines jeden Messpunktes im TR dar. Aus den Pfeilen gehen anhand ihrer Farben und Ausrichtungen die relativen Größen sowie die Richtungen der Fehler hervor.
- **Grafische CAD-Analyse** - Diese Analyseart funktioniert genauso wie das **Grafische Analyse-Protokoll** weiter oben, außer dass die grafische Analyse hierbei im Grafikfenster angezeigt wird.

Beschreibung der Einträge EIN, AUS, POSITION, FORM und BEIDE

- **EIN** - PC-DMIS aktiviert diesen Analysetyp.
- **AUS** - PC-DMIS deaktiviert diesen Analysetyp.
- **POSITION** - PC-DMIS aktiviert diesen Analysetyp, analysiert aber nur die Lage des Merkmals.
- **FORM** - PC-DMIS aktiviert diesen Analysetyp, analysiert aber nur die Form des Merkmals.
- **BEIDE** - PC-DMIS aktiviert diesen Analysetyp, analysiert aber sowohl die Lage als auch die Form des Merkmals.

Verfügbare Listenelemente basierend auf dem Merkmalstyp

- Wenn Sie ein Profilform- und Lage-TR-Merkmal erstellen (Bezüge erforderlich), dann sind die Optionen AUS, POSITION, FORM und BEIDE verfügbar, da Sie Analysen der Position (Lage) und/oder Form anfordern können.
 - Wenn Sie ein "Nur-Form"-TR-Merkmal erstellen (keine Bezüge), dann sind die Optionen AUS und FORM verfügbar, da Sie nur die Analyse der Form anfordern können.
 - Wenn Sie ein TR-Positionsmerkmal erstellen, sind die Optionen AUS, POSITION, FORM und BEIDE verfügbar, da Sie Analysen der Position und/oder der Form anfordern können. Die Formachse kann aus der Liste der Achsen im Bereich **Position** ausgewählt werden.
 - Bei allen anderen Merkmalen sind die Optionen EIN und AUS verfügbar.
-
- **Pfeilmultiplikator** – Im Feld **Multiplikator** können Sie den Maßstab, der die Abweichungspfeile vergrößert sowie den Toleranzbereich für den **Grafische CAD-Analyse**-Modus bestimmen. Wird hier ein Wert von 2.0 eingegeben, skaliert PC-DMIS die Pfeile so, dass sie doppelt so groß sind wie die errechnete Abweichung für jeden Messpunkt am Element. Das Feld **Multiplikator** wird nur für Anzeigezwecke verwendet und wirkt sich nicht auf die Abweichungsgröße im ausgedruckten Protokolltext aus.
 - **Pfeildichte** - Mit diesem Schieberegler können Sie den prozentualen Anteil von Merkmalspfeilen, die individuelle Punkte darstellen, die bei der Anwendung einer Grafikanalyse auf ein Merkmal im Grafikfenster angezeigt werden, setzen. Diese Merkmalspfeile stellen die einzelnen Punkte dar. Dadurch wird die Anzahl der für TR-Merkmale gezeichnete Pfeile eingeschränkt. Siehe das Thema "Merkmalsoptionen" unter "Einfügen von Befehlen für das Analysefenster" im Abschnitt "Einfügen von Protokollbefehlen".

Verwenden von Toleranzrahmen

Merkmal-Info

Dieser Bereich erstellt die Merkmalangaben-Textfelder für den TR. This area creates a Dimension Info FCF. Bei Auswahl des Kontrollkästchens **Merkmalinfo beim Schließen dieses Dialogs erstellen** aktiviert PC-DMIS die Schaltfläche **Bearbeiten**. Sie können auf diese Schaltfläche klicken, um ein Dialogfeld zu öffnen, indem Sie die Möglichkeit haben, Standardoptionen für den Merkmalinfo-Befehl (MERKMALINFO) festzulegen. Weitere Informationen finden Sie unter „Standard-Merkmal-Info bearbeiten“.

Wenn Sie den TR erstellen, wird das Dialogfeld geschlossen und PC-DMIS erzeugt im Bearbeitungsfenster hinter dem TR einen MERKMALINFO-Befehl. Dieser MERKMALINFO-Befehl zeigt alle Merkmalsangaben im Grafikfenster neben dem im Feld Elementliste auf der Registerkarte Toleranzrahmen ausgewählten Element an. Sie haben die Möglichkeit, auszuwählen, welche Angaben aus der Liste **Element** auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** angezeigt werden sollen. Es zeigt auch die gleichen verfügbaren Merkmalsachsen an, die im Bearbeitungsfenster für diesen speziellen TR verwendet werden.

Detaillierte Angaben zu den Feldern MERKMALINFO und Regeln zu deren Erstellung finden Sie unter "Einfügen von Merkmal-Infefeldern" im Abschnitt "Einfügen von Protokollbefehlen".

Positionieren

Dieser Bereich ist für die Auswahl verfügbar, wenn Sie entweder das Merkmal Geradheit eines Zylinders verwenden, oder aber wenn Sie andere Merkmale verwenden, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Sie erstellen einen TR für Position, Rechtwinkligkeit, Parallelität, Neigung oder Profil.
- Der TR verwendet Größenbezüge bei MMC oder LMC.
- Der TR enthält Achsenangaben, die erforderlich machen, dass Sie einen Größentoleranzwert bestimmen.

Für andere TR-Typen oder -Bedingungen bleibt dieser Bereich unverfügbar.

Folgende Einträge sind enthalten:

- **Ausrichtung** – Manchmal kann es vorkommen, dass beim Prüfen von Merkmalsangaben bezüglich der aktuellen Ausrichtung die Berechnungen der Bezüge schwer zu entziffern sind. Mit dieser Liste können Sie festlegen, wie diese Informationen angezeigt werden sollten: relativ zu einer bestimmten Ausrichtung oder relativ zum Bezugssystem.
- **An Bezüge anpassen** – Über dieses Kontrollkästchen können Sie bestimmen, ob der TR eine Besteinpassungs-Berechnung verwendet, um die optimale Position des Bezugssystems zu finden, das den Fehler minimiert.
- **Rechtw. zur Mittellinie - Über dieses** Kontrollkästchen können Sie bestimmen, ob PC-DMIS die Abweichung rechtwinklig (senkrecht) zur theoretischen Mittellinie des Elements berechnen soll oder ob sie im rechten Winkel (senkrecht) zu den direkten X-, Y- und Z-Werten berechnet wird. Weitere Informationen zu dieser Funktion finden Sie im Thema "Rechtwinklig zur Mittellinie" im Abschnitt "Anwenden von V3.7-kompatiblen Merkmalen".
- **Nennwerte und Achsen** - In diesem Teil wird die Ausgabe angepasst, indem gesteuert wird, welche Achsen von PC-DMIS im Protokoll angezeigt werden. Sie können die theoretischen Werte auch manuell eingeben.

Feature Set	R...	Axis	Nominal	+Tol	-Tol	Upd...
CIR1 = Auto Circle	<input checked="" type="checkbox"/>	X	-1.0000			
CIR2 = Auto Circle	<input checked="" type="checkbox"/>	Y	6.0235			
CIR3 = Auto Circle	<input checked="" type="checkbox"/>	Z	0.0000			
CIR4 = Auto Circle	<input type="checkbox"/>	PR	6.1059			
	<input type="checkbox"/>	PA	99.4261			

- **Elementliste** – Die Liste links neben den Spalten **Nennwert** und **Achse** mit den Nennwerten und Achsen zeigt alle Elemente an, die im TR verwendet werden. Wenn Sie die Registerkarte **Erweitert** aufrufen, wählt PC-DMIS automatisch das oberste Element (oder die Elementgruppe) aus dieser Liste aus und zeigt die zugehörigen Informationen in den Spalten auf der rechten Seite an. Daraufhin werden die Elementangaben in der Spalte rechts angezeigt. Wenn mehr als ein Element vorhanden ist, dann können Sie das gewünschte Element auswählen, um dessen Informationen anzuzeigen und zu bearbeiten.
- **Protokollachse** - Diese Spalte enthält Kontrollkästchen für jede Achse. Bei ausgewähltem Kontrollkästchen wird diese Achse an das Protokoll gesendet.

Protokollieren der Größentabelle (DE-Achse):

- Wenn berücksichtigte Elemente für ein TR-Positionsmerkmal RFS (elementgrößenneutral) sind, dann überprüft PC-DMIS standardmäßig das Kontrollkästchen **DE**. Dadurch wird die Größentabelle aus dem Protokoll aufgenommen. Sie haben jedoch die Option, dieses Kontrollkästchen zu deaktivieren, wenn die Größentabelle nicht in das Protokoll aufgenommen werden soll.
 - Wenn berücksichtigte Elemente für ein TR-Positionsmerkmal vom Typ MMC/LMC sind, dann aktiviert PC-DMIS standardmäßig das Kontrollkästchen **DE**. Dadurch wird die Größentabelle in das Protokoll aufgenommen. In diesem Fall können Sie die Markierung dieses Kontrollkästchen nicht aufheben.
- **Achse** – In dieser Spalte werden die *verfügbaren Achsen* für das ausgewählte Element aufgelistet. Bei Achsen, die sich auf die Größe beziehen, können Sie eine obere oder untere Toleranz anwenden.

Achsen	Beschreibung
X	Die X-Achse
Y	Die Y-Achse
Z	Die Z-Achse
PA	Der Polarwinkel-Wert
PR	Der Polarradius-Wert
D1	Durchmesser/Breite des ersten Bezugslements
D2	Durchmesser/Breite des zweiten Bezugslements
D3	Durchmesser/Breite des dritten Bezugslements
DE (Durchmesser Element)	Durchmesser/Breite des Elements. Wenn diese Achse ausgewählt ist, dann gehört zum Protokoll eine Größentabelle, um den Bonus zu

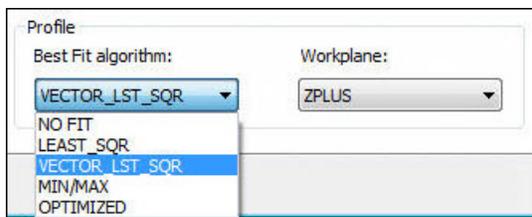
Verwenden von Toleranzrahmen

	protokollieren.
LF	Länge des Elements, wenn es sich bei dem Element um ein Langloch handelt
WF	Breite des Elements, wenn es sich bei dem Element um ein Langloch handelt
LD	Länge des Bezugselements, wenn es sich bei dem Bezugselement um ein Langloch handelt
WD	Breite des Bezugselements, wenn es sich bei dem Bezugselement um ein Langloch handelt
RN, FL oder ST	Das integrierte Formmerkmal des Elements. Bei einem Kreis- oder Zylinderelement handelt es sich hierbei um das Rundheits- (RN) Merkmal. · Bei einem Ebenenelement handelt es sich hierbei um das Ebenheits- (FL) Merkmal. · Bei einem Geradenelement handelt es sich hierbei um ein Geradheits- (ST) Merkmal.

- **Nennwert** – Diese Spalte enthält Nennwerte. Sie können überschrieben werden, indem Sie sie anklicken und neue Werte eingeben.
- **+Tol./-Tol.** – Die Spalten mit den Plus- und Minustoleranzen sind mit Feldern ausgestattet, in die Toleranzen für die verschiedenen Achsen, die im TR verwendet werden, eingegeben werden können. PC-DMIS wendet diese Toleranzwerte nur auf solche Achsen an, die sich auf die Größe beziehen, da die Achsen, die die Position steuern, die Haupt-Toleranzen im TR verwenden.
- **Element-Nennwert aktualisieren** – In dieser Spalte können Sie bestimmen, ob Änderungen, die an Nennwerten vorgenommen wurden, nur auf den TR oder auch auf das Element angewandt werden sollen.

Profil

In diesem Bereich werden der **Besteinpassungs-Algorithmus** sowie die **Arbeitsebene**, die für Profilm Merkmale verwendet werden, definiert.



Profilloptionen für Merkmal "Linienprofil"



Profilloptionen für Merkmal "Flächenprofil"

Um diesen Bereich zu aktivieren, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Erstellen Sie ein Linienprofil- oder ein Flächenprofil-Merkmal.

- Wählen Sie auf der Registerkarte **Toleranzrahmen** im Bereich **Toleranzrahmen-Optionen** aus dem Bereich **Segment** die Option **Einzelsegment** aus.

Der Bereich **Profil** für ein Linienprofil-Merkmal enthält folgende Optionen:

- **KEINE ANPASSUNG** – Es wird keine Ausrichtung erstellt.
- **KLEINSTE_QUAD** - (Kleinste Quadrate) Diese Einpassung findet eine Position bei der die Summe der quadratischen Abweichungen minimiert ist. Auf diese Weise kann die Lage des Elements bei der Option **Nur Form** ignoriert und gleichzeitig geprüft werden, dass die Kurve so genau wie möglich ihrer theoretischen Form entspricht. Wir empfehlen die Einpassung **KLEINSTE_QUAD** anstelle der Einpassung **VEKTOR_KLEINSTE_QUAD**, wenn das zweidimensionale Element nur sehr wenig Krümmung aufweist, wie beispielsweise eine Gerade.
- **VEKTOR_KLEINSTE_QUAD** - (Vektor Kleinste Quadrate) Bei dieser Einpassung werden die Abweichungen bei den Eingabeelementen auf den theoretischen Vektoren eingerastet, bevor die Summe des Quadrates der Abweichungsfehler minimiert wird. Wir empfehlen die Einpassung **VEKTOR_KLEINSTE_QUAD** anstelle der Einpassung **KLEINSTE_QUAD**, wenn das zweidimensionale Element sehr viel Krümmung aufweist, wie beispielsweise ein Kreis.
- **MIN/MAX** - Diese Einpassung verwendet die Methode der minimalen Zone (Tschebyscheff) zur Minimierung des maximalen Abweichungsfehlers. Diese Einpassung ist erforderlich, um dem Standard ASME Y14.5 und dem Standard ISO 1101 zu entsprechen.
- **OPTIMIERT** - Diese Einpassung verwendet einen genetischen Algorithmus zur Bestimmung darüber, ob die Daten das Linienprofil-Merkmal bestehen oder nicht. Sie können aber auch den unteren Toleranzwert angeben, der normalerweise für die anderen Einpassungstypen auf 0,0 gesetzt sein muss.
- **Arbeitsebene** – Wenn Sie das Linienprofilmerkmal verwenden, erzeugt PC-DMIS eine interne zweidimensionale Ausrichtung, die innerhalb der ausgewählten Arbeitsebene in alle Richtungen gedreht und verschoben wird, um die Abweichungen von Einzelpunkten zu minimieren. Wird eine Arbeitsebene in Abweichung von der zweidimensionalen Kurvenprojektion ausgewählt, ergibt sich eine falsche Berechnung.

Der Bereich **Profil** für ein Flächenprofil-Merkmal enthält folgende Optionen:

- **KEINE ANPASSUNG** – Es wird keine Ausrichtung erstellt.
- **KLEINSTE_QUAD** - (Kleinste Quadrate) Diese Einpassung findet eine Position bei der die Summe des Quadrates der Abweichungsfehler minimiert ist. Auf diese Weise kann die Lage des Elements bei der Option **Nur Form** ignoriert und gleichzeitig geprüft werden, dass die Kurve so genau wie möglich ihrer theoretischen Form entspricht. Wir empfehlen die Einpassung **KLEINSTE_QUAD** anstelle der Einpassung **VEKTOR_KLEINSTE_QUAD**, wenn das dreidimensionale Element nur sehr wenig Krümmung aufweist, wie beispielsweise eine Ebene.
- **VEKTOR_KLEINSTE_QUAD** - (Vektor Kleinste Quadrate) Bei dieser Einpassung werden die Abweichungen bei den Eingabeelementen auf den theoretischen Vektoren eingerastet, bevor das quadrierte Fehlermittel minimiert wird. Wir empfehlen die

Verwenden von Toleranzrahmen

Einpassung **VEKTOR_KLEINSTE_QUAD** anstelle der Einpassung **KLEINSTE_QUAD**, wenn das dreidimensionale Element sehr viel Krümmung aufweist, wie beispielsweise ein Kreis.

Wiederholen und CAD neu bestimmen

Dieser Bereich erscheint nur für Profilm Merkmale bei 'Nur Form'. Jetzt können Sie über diesen Bereich steuern, ob 'wiederholt und neu bestimmt' werden soll oder nicht, und welche Werte für **Toleranz** und **Iteriere max. bis** verwendet werden sollen. PC-DMIS verwendet intern eine Ausrichtung, um eine Übereinstimmung der theoretischen mit den gemessenen Werten zu versuchen.



Weitere Informationen zu diesem Bereich finden Sie unter dem gleichnamigen Bereich **Wiederholen und CAD neu bestimmen** im Thema "Beschreibung des Dialogfeldes 'Besteinpassungs-Ausrichtung'" im Kapitel "Erstellen und Verwenden von Ausrichtungen".

Befehlsblock Toleranzrahmen

Im Folgenden wird die Syntax eines Befehlsblocks für einen Beispiel-Toleranzrahmen (TR) im Befehlsmodus des Bearbeitungsfensters gezeigt:

```
TR6 = POSITION VON KREIS1,KREIS2,KREIS3,...
TOLERANZRAHMEN/NENNWANZEIGEN=JA,PARAMANZEIGEN=JA,ERWEITERTANZEIGEN=JA
CAD_GRAPH=BEIDE PEOTOKOLLGRAPH=AUS TEXT=BEIDE MULT=10.00 AUSGABE=BEIDE
EINHEITEN=ZOLL
VERBUND=NEIN,AN BEZÜGE ANPASSEN=JA,AUSGABE AUSRICHTUNG=Bezugssystem
MASSTOLERANZEN/4,DURCHM,0.375,0.01,0.01
PRIMÄRES MERKMAL/POSITION,DURCHM,0.01,MMC,A,<MB>,B,MMC,C,<MB>
SEKUNDÄRES
MERKMAL/POSITION,DURCHM,0.005,MMC,<PZ>,<Län>,A,<MB>,B,MMC,<dat>,<MB>
ANMERKUNG/TR6
ELEMENTE/KREIS1,KREIS2,KREIS3,KREIS4,,
ELEMENTGRUPPE
X:NENN=-1
Y:NENN=6.0235
Z:NENN=0
<NEU>
KREIS1
X:NENN=-1
Y:NENN=5.07
Z:NENN=0
<NEU>
KREIS2
X:NENN=-2
Y:NENN=6.008
```

```
Z:NENN=0
<NEU>
KREIS3
X:NENN=-1
Y:NENN=7.008
Z:NENN=0
<NEU>
KREIS4
X:NENN=0
Y:NENN=6.008
Z:NENN=0
<NEU>
BEZÜGE
D2:NENN=1,OTOL=0.01,UTOL=0.01
```

Name des Toleranzrahmens = Toleranzrahmen- (TR) Typ (Merkmalstyp) ODER Elementliste.

Elementliste = Liste der Elemente. Sind mehr als drei Elemente vorhanden, wird von der Liste eine Ellipsengruppe ausgedruckt, um sicherzustellen, dass die Gerade geeignet ist. Beispielsweise ELEM1, ELEM2, ELEM3 und so weiter. Ist mehr als ein Element vorhanden, werden diese Elemente wie eine Mustergruppe behandelt und alle Elemente müssen demselben Elementtyp angehören.

NENNWANZEIGEN = JA/NEIN. Ist die Option eingeschaltet, werden die TR-Typen, die Nennwerte aufweisen, diese anzeigen. Dazu gehören die Merkmale Position, Abstand, Zwischenwinkel und Neigung.

PARAMANZEIGEN = JA/NEIN. Ist die Option eingeschaltet, werden folgende Parameter zusammen mit dem Text angezeigt: CAD_GRAPH, PROTOKOLLGRAPH, TEXT, MULT, AUSGABE, EINHEITEN, VERBUND, AN BEZÜGE ANPASSEN, AUSGABE AUSRICHTUNG. Ist sie ausgeschaltet, werden eben diese Optionen nicht angezeigt.

ERWEITERTANZEIGEN = JA/NEIN. Ist diese Option eingeschaltet, zeigt der TR die leeren Felder mit einer Beschreibung in Klammern an. Ist sie ausgeschaltet, werden die leeren Felder auch leer angezeigt.

<MB> - Materialbedingung

<D> - Durchmesser

<Merkm> - Merkmal oder TR-Typ

<PZ> - Projizierte Zone

<num> - Anzahl der Elemente

<nennw> - Nennwert der Elementgröße

<+tol> - Plus toleranz

Verwenden von Toleranzrahmen

<-tol> - Minustoleranz

<tol> - Toleranz

<dat> - Bezug

<sym> - Merkmalssymbol

<Anmerkungen hier anfügen> – Anmerkungsfield – erste Zeile

<Optionale Anmerkungen zum Design hier anfügen> – Optionale Anmerkungen zum Design – letzte Zeile

CAD_GRAPH = AUS/EIN/POSITION/FORM/BEIDE – Zeigt die Grafikanalyse auf dem Modell im Grafikfenster an.

- Positions- und Profilmerkmale mit Bezügen verwenden AUS/POSITION/FORM/BEIDE.
- Profilmerkmale ohne Bezüge verwenden nur AUS/FORM.
- Alle anderen Merkmale verwenden AUS/EIN.

PROTOKOLLGRAPH = AUS/EIN/POSITION/FORM/BEIDE – Zeigt die Grafikanalyse auf dem Protokoll an.

- Positions- und Profilmerkmale mit Bezügen verwenden AUS/POSITION/FORM/BEIDE.
- Profilmerkmale ohne Bezüge verwenden nur AUS/FORM.
- Alle anderen Merkmale verwenden AUS/EIN.

TEXT = AUS/EIN/POSITION/FORM/BEIDE – Zeigt die Textanalyse auf dem Protokoll an.

- Positions- und Profilmerkmale mit Bezügen verwenden AUS/POSITION/FORM/BEIDE.
- Profilmerkmale ohne Bezüge verwenden nur AUS/FORM.
- Alle anderen Merkmale verwenden AUS/EIN.

MULT = Positive, numerische Werte, die die Grafikanalyse in der Haupt-CAD-Grafik vergrößert oder verkleinert.

AUSGABE = STAT/PROTOKOLL/BEIDES/KEINE – Umfasst die Berechnungen für den TR in der "xstats11.tmp"-Datei, im Protokoll, in beiden oder keinem.

VERBUND = JA/NEIN. Ist diese Option eingeschaltet, zeigt der TR die erste und zweite Merkmalszeile als ein Verbundmerkmal an. Diese Option ist für Positions- und Profilmerkmale.

AN BEZÜGE ANPASSEN = JA/NEIN. Diese Option ist nur für Positions-TR verfügbar. Bei Einstellung auf JA können Sie mit den Berechnungen eine Besteinpassungsberechnung der Bezüge vornehmen, um eine Besteinpassung zu suchen, die die Bezugsverlagerung minimiert.

AUSGABE AUSRICHTUNG = Bezugssystem/Aktuelle Ausrichtung. Diese Option ist nur für Positions-TR verfügbar. Wenn **Bezugssystem** ausgewählt ist, werden die X-, Y- und Z-Positionen relativ zum Bezugssystem dargestellt. Wenn **Aktuelle Ausrichtung** ausgewählt ist, werden die X-, Y- und Z-Positionen relativ zur aktuellen Ausrichtung dargestellt.

EINHEITEN = ZOLL/MM. Maßeinheiten, die der Toleranzrahmen zur Anzeige der Informationen verwendet.

MASSTOLERANZEN = Stellt die oberste Zeile des TR dar. Bei einigen TR-Typen wird diese Zeile nicht eingeblendet. Diese Zeile enthält die folgenden Informationen:

- Anzahl ausgewählter Elemente
- Ob das Durchmessersymbol verwendet wird oder nicht
- Nennwertgröße des(r) Elements(e)
- Größentoleranzen, die auf den Nennwert angewandt werden

PRIMÄRES MERKMAL oder **MERKMAL** = Stellt die zweite mögliche Zeile des TR dar, die den primären TR-Typ enthält. Beachten Sie, dass einige der Felder nur für bestimmte TR-Typen gültig sind. Diese Zeile enthält die folgenden Informationen:

- TR-Typ
- Ob das Durchmessersymbol verwendet wird oder nicht
- Haupttoleranzwert
- Materialbedingung, die auf die Haupttoleranz angewandt wird
- Symbol "Projizierte Toleranzzone"
- Wert "Projizierte Toleranzzone"
- Primärer Bezug
- Primärer Bezug Materialbedingung
- Sekundärer Bezug
- Sekundärer Bezug Materialbedingung
- Tertiärer Bezug
- Tertiärer Bezug Materialbedingung

Sollte ein sekundäres Merkmal für den bestimmten TR-Typ nicht möglich sein, dann verwendet diese Zeile lediglich die Überschrift **MERKMAL**.

SEKUNDÄRES MERKMAL = Stellt die dritte mögliche Zeile des TR dar, die den primären TR-Typ enthält. Viele TR-Typen zeigen für das sekundäre Merkmal nichts an. Beachten Sie, dass einige der Felder nur für bestimmte TR-Typen gültig sind. Diese Zeile enthält die folgenden Informationen:

- Elementtyp
- Ob das Durchmessersymbol verwendet wird oder nicht
- Haupttoleranzwert
- Materialbedingung, die auf die Haupttoleranz angewandt wird
- Symbol "Projizierte Toleranzzone"
- Wert "Projizierte Toleranzzone"
- Primärer Bezug
- Primärer Bezug Materialbedingung

Verwenden von Toleranzrahmen

- Sekundärer Bezug
- Sekundärer Bezug Materialbedingung
- Tertiärer Bezug
- Tertiärer Bezug Materialbedingung

Ist ein sekundäres Merkmal gültig, dann muss dieses Merkmal den Standardregeln des "ASME Y14.5 1994 Dimensioning and Tolerancing standard" entsprechen.

ANMERKUNG = Stellt die letzte Zeile des TR dar. Hier werden Textanmerkungen dargestellt. Um die Identifizierung der TR in der Hauptgrafik zu erleichtern, zeigt dieses Feld standardmäßig die TR-IDs an.

NENNWERTZEILEN: In diesen Feldern werden die TR-internen Nennwerte der Merkmale angezeigt. Zunächst wird die Nennposition der resultierenden Musterelementgruppe angezeigt, wenn mehr als ein Element ausgewählt wurde. Als zweites wird die Nennposition der einzelnen Elemente angezeigt. Und schließlich werden die Nenngröße und Toleranzen der Bezüge mit Größe angezeigt. In jeder dieser Gruppen werden die Nennwerte aufgelistet, die zur Anzeige auf der Registerkarte **Erweitert** im Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz** für den TR ausgewählt wurden, sodass jede darzustellende Achse ein- oder ausgeschaltet werden kann. Um die Anzeige anderer Nennwerte im Bearbeitungsfenster einzuschalten, verwenden Sie die Zeile **<NEU>**, um Achsen anzuzeigen, die verfügbar sind, aber derzeit nicht angezeigt werden.

```
ELEMENTGRUPPE
  X:NENN=-1
  Y:NENN=6.0235
  Z:NENN=0
  <NEU>

KREIS1
  X:NENN=-1
  Y:NENN=5.07
  Z:NENN=0
  <NEU>

KREIS2
  X:NENN=-2
  Y:NENN=6.008
  Z:NENN=0
  <NEU>

KREIS3
  X:NENN=-1
  Y:NENN=7.008
  Z:NENN=0
  <NEU>

KREIS4
  X:NENN=0
  Y:NENN=6.008
  Z:NENN=0
  <NEU>

BEZÜGE
```

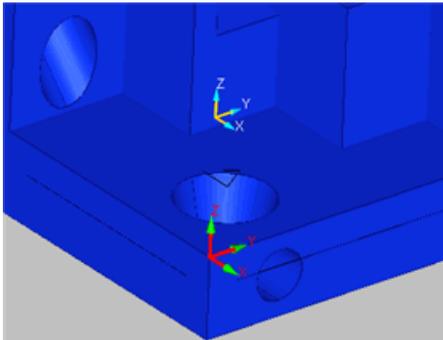
D2:NENN=1,OTOL=0.01,UTOL=0.01

Toleranzrahmen Trieder (Dreiflächner)



Wenn Sie einen Toleranzrahmen(TR)-Befehl im Bearbeitungsfenster auswählen und dieser Befehl ein Bezugssystem verwendet, blendet PC-DMIS ein blau-gelbes Trieder ein, um den Bezugsrahmen für den TR darzustellen. Diese Darstellung unterscheidet sich vom rot-grünen Trieder, das die aktuelle Ausrichtung des Werkstücks anzeigt.

Die folgende Abbildung zeigt das Trieder mit Ausrichtung in rot-grün und mit Bezugsrahmen für TR in blau-gelb:



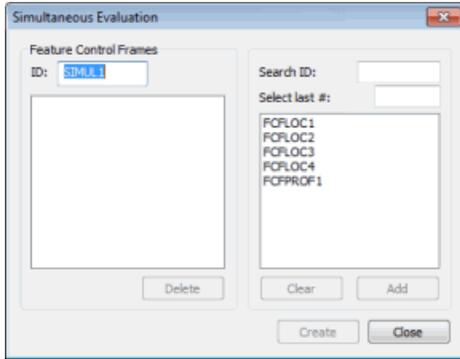
TR-Trieder (oben) und Ausrichtungs-Trieder (unten)

Simultanes Auswerten der Toleranzrahmen

Über die Menüoption **Einfügen | Merkmal | Simultane Auswertung** wird das Dialogfeld **Simultane Auswertung** eingeblendet. Dieses Dialogfeld erstellt einen SIMULTANEN Befehl innerhalb der Messroutine. Dieser Befehl wertet zwei oder mehr Positions-Toleranzrahmen (TRs) oder zwei oder mehr Profil-TRs (Linie oder Fläche) gleichzeitig aus.

Beispiel: Wenn sich auf dem Werkstück zwei Gruppen mit Löchern befinden und die Löcher der einen Gruppe eine unterschiedliche Größe aufweisen als die Löcher der anderen Gruppe, das Merkmal 'Position' aber für beide Löchergruppen ausgewertet werden soll, so, als würde es sich um eine einzige Gruppe handeln, dann können Sie dazu den Befehl **Simultane Auswertung** verwenden. Erstellen Sie zuerst zwei getrennte Positions-TRs; einen für jede Löchergruppe. Verwenden Sie dann einen **Simultane Auswertung**-Befehl, um beide TRs zusammen auszuwerten.

Verwenden von Toleranzrahmen



Dialogfeld "Simultane Auswertung"

Die Liste auf der rechten Seite zeigt alle Toleranzrahmen- (TR) Befehle, die für den 'Simultane Auswertung'-Befehl verfügbar sind. Hier werden nur TRs für Positions- oder Profilm Merkmale aufgelistet. Wählen Sie die Einträge, die Sie in den 'Simultane Auswertung'-Befehl aufnehmen möchten, in der auf der rechten Seite stehenden Liste aus. Wenn Sie die Einträge auswählen, wird die Schaltfläche **Hinzufügen** verfügbar. Sie können mehrere Einträge auswählen, indem Sie beim Auswählen der Einträge die Strg-Taste gedrückt halten. Klicken Sie auf **Ausw. aufh.**, um die Auswahl wieder aufzuheben.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Hinzufügen**, um die ausgewählten Einträge der Liste auf der linken Seite des Bereichs **Toleranzrahmen** hinzuzufügen. Diese Liste links definiert die TRs, die vom 'Simultane Auswertung'-Befehl ausgewertet werden.

Wenn Sie einen Eintrag entfernen möchten, damit er nicht simultan ausgewertet wird, dann wählen Sie diesen Eintrag auf der Liste links aus und klicken anschließend auf **Löschen**. Dadurch werden diese Einträge in der Liste auf der linken Seite entfernt und wieder in der Liste auf der rechten Seite dargestellt.

Sobald die gewünschten TRs in der Liste links hinzugefügt wurden, und Sie zur Erstellung des Befehls SIMULTAN im Bearbeitungsfenster bereit sind, klicken Sie auf **Erstellen**. In der Liste auf der linken Seite müssen mindestens zwei TRs vorhanden sein.

Im Befehlsmodus sieht dies dann folgendermaßen aus:

```
SIMUL1 =SIMULTAN/TR2,TR3,TR4,,
```

Regeln für das simultane Auswerten

- Die simultan ausgewerteten TRs müssen Positions- Flächenprofil- oder Linienprofil-Merkmale sein.
- Bei Form- Ausrichtungs- oder Rundlauf-Merkmalen kann die simultane Auswertung nicht angewandt werden.

Simultane Voraussetzung (SIM REQT) für TR-Verbundsmerkmale 'Position' oder 'Profil' wird derzeit NICHT unterstützt.

Bei den TR-Verbundsmerkmalen 'Position' und 'Profil' werden die unteren Segmente *nicht* gleichzeitig ausgewertet. Dies entspricht dem ISO-Standard "ASME Y14.5 - Simultane Auswertung" (sowohl 1994 als auch 2009). In Übereinstimmung mit dem Standard "Y14.5" für simultane Auswertung von Verbund-Callouts muss der Benutzer ausdrücklich neben dem unteren Segment SIM REQT auf den Verbund-Callouts setzen, wenn die unteren Segmente gleichzeitig

ausgewertet werden sollen. SIM REQT für untere Segmente wird jedoch von PC-DMIS derzeit nicht unterstützt.

Protokollieren einer Simultanen Auswertung für das Merkmal "Profil"

In 'PC-DMIS 2009 MR1' und höher wurden die Möglichkeiten des Protokollierens von mehrfachen Scans mit Profil-TRs bei simultan ausgewerteten unterschiedlichen Toleranzen dahingehend verbessert, dass die Toleranzen für individuelle TRs im Protokoll eingeblendet werden können. In der unten stehenden Abbildung zum Beispiel erscheint die simultane Auswertung von drei Profil-TR-Merkmalen (PRF1, PRF2 und PRF3) wie folgt:

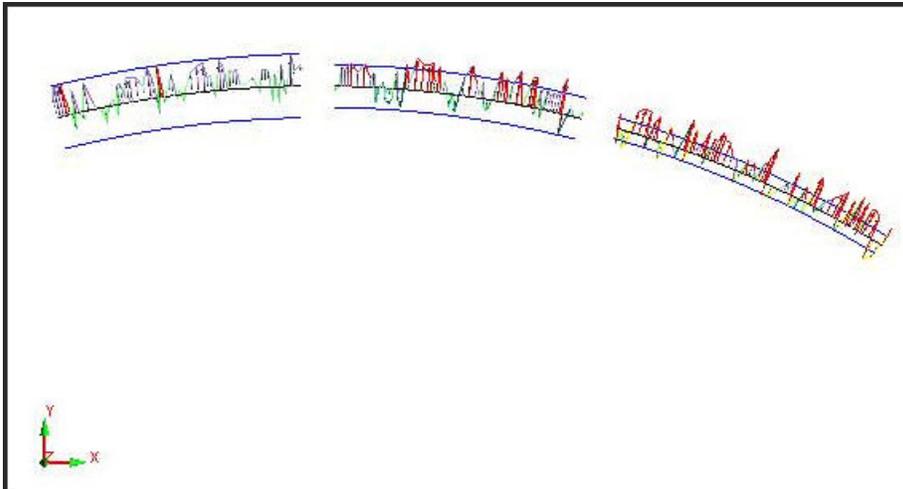
SIMUL1 : PRF1	MM		0.01	A	B	C	FORMANDLOCATION
SIMUL1 : PRF2	MM		.02	A	B	C	FORMANDLOCATION
SIMUL1 : PRF3	MM		.03	A	B	C	FORMANDLOCATION
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
SCN1	0.000	0.005	0.005	0.028	0.028	0.018	
SCN2	0.000	0.010	0.010	0.026	0.026	0.006	
SCN3	0.000	0.015	0.015	0.023	0.023	0.001	

Beispiel-Textprotokoll mit Toleranzen von drei Profil-TRs

Wenn Sie die Grafikanalyse dieser drei Profil-TRs im Protokoll anzeigen möchten, können Sie einen ANALYSEANSICHT-Befehl, der auf den 'Simultane Auswertung'-Befehl verweist, erstellen. Betrachten Sie hierzu folgende Beispiel-Befehlszeilen:

```
SIMUL1 =SIMULTAN/PROF1,PROF2,PROF3,,
ANALYSEANSICHT/SIMUL1,,
```

Die Grafikanalyse zeigt dann im Protokollfenster Folgendes an:



Beispiel-Grafikanalyse eines simultanen Auswertungsbefehls von drei Profil-TRs

Informationen zum Toleranzrahmen-Merkmal "Position"

In diesem Thema erhalten Sie Informationen zu Toleranzrahmen-Positionsmerkmalen.

Regeln für Toleranzrahmen-Positionsmerkmale

Informationen hierzu finden Sie im Thema "[Regeln zur Anwendung von Toleranzrahmen-Merkmalen](#)", in dem Regeln für Positionen behandelt werden.

Größensymbol

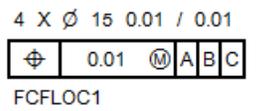
Wenn für kreisförmige Elemente Merkmale erstellt werden sollen (Kreise, Zylinder oder Kugeln), können Sie die Art des Größensymbols bestimmen, das auf der Linie verwendet werden soll, die die Größentoleranzen für den TR definiert. Standardmäßig wird das Durchmessersymbol verwendet: \varnothing

Wenn Sie die Größe eines Elements allerdings nicht auf Grundlage des Durchmessers sondern des Radius vermessen möchten, können Sie stattdessen das Radiussymbol auswählen: R

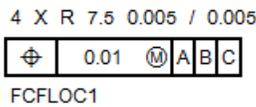
Wenn Sie auf **Erzeugen** klicken, erstellt PC-DMIS das Merkmal und berechnet die Nenngröße des Elements sowie alle Toleranzwerte auf Grundlage der Symbolart in dem ausgewählten Merkmal:

- Wenn sie das Durchmessersymbol auswählen, verwendet PC-DMIS den Durchmesserennwert des Elements.
- Wenn Sie das Radiussymbol auswählen, verwendet PC-DMIS den halben Durchmesserennwert des Elements. Als Toleranzwerte dienen die Radiustoleranzen (die Hälfte der Durchmessertoleranzen).

Beispiel: Die folgenden Abbildungen zeigen vier genau gleiche Kreiselemente an, für die Merkmale mit derselben Nennwertgröße und denselben Toleranzwerten erstellt wurden, allerdings mit verschiedenen Berechnungen aufgrund des ausgewählten Größensymbols:



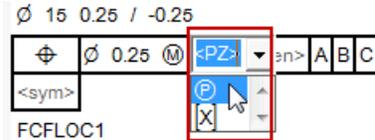
Durchmesser als Größengrundlage



Radius als Größengrundlage

Diese Werte werden dann in anderen Bereichen von PC-DMIS, z. B. im Bearbeitungsfenster und im Protokollfenster, verwendet.

Angeben einer projizierten Toleranzzone für die Position



Manchmal muss die Toleranzzone an den Grenzen eines Elements projiziert werden. Dieses Vorgehensweise wird normalerweise bei Gegenstücken verwendet. Sie können eine projizierte Toleranzzone für den Positions-TR definieren, indem Sie das Projektionszonensymbol (der eingekreiste Buchstabe P) im Bereich <PZ> auswählen. Im Bereich <len> müssen Sie die Höhe der projizierten Zone über dem Größenelement angeben. Die Höhe muss mit der maximalen Höhe des Gegenelements übereinstimmen.

Protokollieren der Lokalen Maximal- und Mindestgröße

Sie haben die Möglichkeit, die [Lokale Maximal- und Mindestgröße](#) eines AutoZylinder-Elements zu protokollieren.

Vorgehensweise:

1. Wählen Sie in der Liste **Elemente** ein AutoZylinder-Element aus.
2. Wählen Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** das Positionssymbol \oplus aus.
3. Wählen Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Optionen** in der Liste **FLT-Standard** die Option **ISO 1101** aus, um die Liste **Lokale Größe** einzublenden.
4. Wählen Sie in der Liste **Lokale Größe** die Option **Lokal: Max & Min**.
5. Klicken Sie auf **Erzeugen**.

Wenn Sie das Protokoll erzeugen, erscheint die lokale Maximal- und Mindestgröße des AutoZylinder-Elements als zwei Reihen: LOKALES MAX und LOKALES MIN, wie in folgendem Beispiel veranschaulicht:

FCFLOC1 Size	IN	$\varnothing 0.591 0.015/0.005$					
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
AUTO-CYL1	0.587	0.591	0.015	0.005	-0.004	0.000	0.001
LOCAL MAX	0.612	0.591	0.015	0.005	0.022	0.007	
LOCAL MIN	0.588	0.591	0.015	0.005	-0.003	0.000	

FCFLOC1 Position	IN	$\oplus \varnothing 0.125 \text{ (M)} \text{ A B C}$					
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
AUTO-CYL1	0.064	0.000	0.125		0.064	0.000	0.001

FCFLOC1 Summary FIT TO DATUMS=ON, DEV PERPEN CENTERLINE=ON, USE AXIS=WORST				
Feature	AX	NOMINAL	MEAS	DEV
AUTO-CYL1 (END PT)	X	6.083	6.098	0.016
	Y	3.169	3.141	-0.028

Format Position protokollieren

PC-DMIS berichtet Folgendes im Protokollfenster:

- Die Abweichung eines jeden Elements aus einer Gruppe und nicht nur die Abweichung der gesamten Gruppe. Dadurch können Sie auf einfachere Weise bestimmen, welches Element in einem Elementmuster außerhalb des Toleranzbereichs liegt.
- Die verlagerte Position des Bezugs als Ergebnis der Bezugseinpassung (bei Größenbezügen).

Verwenden von Toleranzrahmen

- Die gesamte Bezugsverlagerung in X, Y, Z und Rotation in U, V, W, die durch den Einpassungs-Algorithmus entstehen.

Bei der Protokollierung eines Positions-Toleranzrahmens ist eine große Menge an Informationen verfügbar. Um Verwirrung zu vermeiden und um zu verdeutlichen, wie der TR die Berechnungen beeinflusst, unterteilt PC-DMIS diese Angaben in vier Teile:

- Größenangaben. Die Größenangaben werden getrennt von der Position des Elements ausgewertet.
- Angaben zur Bonustoleranz des Hauptelements oder der Gruppe
- Bezugsangaben, Bezugsverlagerung und Bezugs-Rotation eingeschlossen
- Angaben zur Element- oder Gruppenposition.

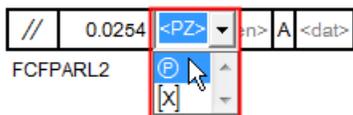
Die zusätzlichen Informationen sind sehr nützlich. Beispielsweise können die Angaben zur Bezugsverlagerung eine große Rolle bei einem Positionsmerkmal außerhalb des Toleranzbereichs spielen. Sie können erkennen, ob sich das Element oder der Bezug an der falschen Stelle befindet.

Bildbeispiele finden Sie unter "[Toleranzrahmen-Protokolltabellen](#)".

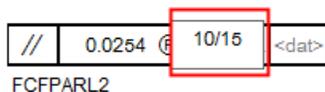
Informationen zum Toleranzrahmen "Parallelität"

Angeben einer projizierten Toleranzzone für die Parallelität einer Ebene

Handelt es sich bei dem Element, für das ein Merkmal erstellt wird, um ein Ebenenelement, können Sie eine projizierte Toleranzzone für das Parallelitäts-TR definieren, indem Sie das Projektionszonensymbol (der eingekreiste Buchstabe P) im Bereich <PZ> auswählen. Sie können dann die Größe der Planarzone festlegen, indem Sie einen Wert in den Bereich <Län> eingeben.



Auswählen der projizierten Toleranzzone



Auswählen der Größe der projizierten Toleranzzone

Projizierte Toleranzzonengröße als Längen-/Breitenwert - Sie können den Größenwert der projizierten Zone als zwei durch einen Schrägstrich getrennte Zahlen, die die Länge bzw. Breite der Zone entlang der Haupt- bzw. Nebenachse der Arbeitsebene darstellen, eingeben. Wenn Ihre Arbeitsebene in XY verläuft und Sie "10/15" eingeben, dann verläuft die Länge "10" entlang der X-Achse (Hauptachse) und die Breite "15" entlang der Y-Achse (Nebenachse). Länge und Breite werden auf der tatsächlichen Ebene gemessen. Die Achsen

der derzeit aktivierten Arbeitsebene werden nur zur Bestimmung der Ausrichtung von Länge und Breite auf der tatsächlichen Ebene verwendet.

Größe der projizierten Toleranzzone als Durchmesser – Sie können den <Län>-Wert der Projektionszone auch als einzelne Ziffer eingeben. Dies wird verwendet, wenn es sich bei der Ebene um die Stirnfläche eines Zylinderstifts handelt. Der Projektionszonenwert stellt in diesem Fall den Durchmesser der ebenen Oberfläche dar.

Angeben einer projizierten Toleranzzone für die Parallelität eines beliebigen anderen Elements

Handelt es sich bei dem Element, für das ein Merkmal erstellt wird, nicht um eine Ebene (sondern z. B. um einen Zylinder), dann ist die projizierte Zone stets ein einzelner Wert und hat dieselbe Bedeutung wie eine projizierte Zone für Rechtwinkligkeit, Neigung und Position.

Hinweis zur Auswertung von Parallelität

Die Auswertung von Parallelität ist dreidimensional, unabhängig von der Arbeitsebene oder dem Element, für das ein Merkmal erstellt wird.

Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals "Symmetrie"

Das Toleranzrahmen (TR)-Merkmal "Symmetrie" wurde modifiziert, um eine größere Vielfalt an Eingabeelementen und Bezügen als bei den V3.7-kompatiblen Symmetrie-Merkmalen zu ermöglichen. Aufgrund dieser Änderungen wiederum haben Sie die Möglichkeit, Symmetrie-Merkmale auf einfachere Weise zu erstellen und auf einen größeren Problembereich bei der Merkmalerstellung anzuwenden. Das Dialogfeld "Form- & Lagetoleranz" für Symmetrie wurde nicht verändert. Die Änderungen betreffen lediglich die interne Verifikation der betrachteten Elemente und Bezüge und die interne Toleranzanalyse.

Sie benötigen Bezüge zur Erstellung einer Bezugssystem-Ausrichtung, die PC-DMIS dann zur Auswertung der Symmetriepunkte verwendet. Sie können einen einzigen primären Bezug oder einen primären und sekundären Bezug angeben, um eine Einschränkung der Rechtwinkligkeit aufzuerlegen.

- Wenn Sie einen einzigen primären Bezug angeben, wird dieser zum lokalisierenden Bezug und definiert die theoretische Position (0 Abweichung) des Symmetrie-Merkmals.
- Wenn Sie zwei Bezüge angeben, wird dem sekundären Bezug eine Einschränkung der Rechtwinkligkeit auferlegt. In diesem Fall wird der sekundäre Bezug zum lokalisierenden Bezug und definiert die theoretische Position (0 Abweichung) des Symmetrie-Merkmals. Die Bezugssystem-Ausrichtung löst den sekundären Bezug in einer eingeschränkten Ausrichtung zum primären Bezug (so wie bei Auswertungen von Positionsmerkmalen). Ist der lokalisierende Bezug eine Ebene, kann er als ein zusammengesetzter Bezug angegeben werden, der auf zwei planare Bezüge verweist, beispielsweise A-B. In diesem Fall wird die Ebene (Mitte) von A und B als die Bezugsebene verwendet. In diesem Fall wird eine Ebene (Mitte) von A und B als Ebenenbezug verwendet. Bezüge werden immer elementgrößenneutral (RFS) angegeben.

Konkrete Bezugsinformationen für die unterschiedlichen Symmetrie-Eingabeelemente finden Sie in der Spalte **Beschreibung** der unten stehenden Tabelle.

Verwenden von Toleranzrahmen

Elementtypen für TR-Symmetrie-Merkmale

PC-DMIS betrachtet jetzt alle der folgenden Elementtypen als gültige Eingabelemente für ein TR-Symmetrie-Merkmal:

Zwei Ebenen

Diese Ebenen müssen theoretisch parallel zueinander liegen. Sie erzeugen eine Ebene (Mitte), von der aus PC-DMIS das Symmetrie-Merkmal der beiden Ebenen bestimmt. 

Die beiden Sollebenen müssen parallel zueinander liegen. Der TR verwendet sie intern zur Erstellung einer Symmetrieebene. Diese Symmetrieebene muss theoretisch innerhalb der Toleranzzone um den lokalisierenden Bezug liegen.

PC-DMIS überprüft die "Eckpunkte" der Symmetrieebene, um zu verifizieren, dass sie sich innerhalb der planaren Toleranzzone der zweifachen maximalen Abweichung der "Eckpunkte" vom lokalisierenden Bezug befinden.

Diese "Eckpunkte" werden durch die Projektion der tatsächlichen Tastermesspunkte von jeder der beiden Ebenen auf die Symmetrieebene berechnet.

- Der maximale Abstand der projizierten Punkte vom Flächenmittelpunkt der Symmetrieebene in der X-Richtung (des Bezugssystems) bestimmt die "Länge" der Symmetrieebene.
- Der maximale Abstand der projizierten Punkte vom Flächenmittelpunkt der Symmetrieebene in der Y-Richtung (des Bezugssystems) bestimmt die "Breite" der Symmetrieebene.

"Länge" und "Breite" berechnen die Eckpunkte relativ zum Flächenmittelpunkt der Symmetrieebene. Sind keine tatsächlichen Tastermesspunkte zum Projizieren vorhanden (wenn die beiden Ebenen z. B. selbst abhängige Ebenen sind), dann wird nur überprüft, ob sich der Flächenmittelpunkt der Symmetrieebene innerhalb der Toleranzzone befindet.

Bezugsangaben

Ein Bezug - Dies ist eine Ebene, die theoretisch auf derselben Ebene wie die "Abhängige Ebene (Mitte)" liegt. Der Vektor der Bezugsebene definiert die Messrichtung.

Zwei Bezüge - Erster Bezug: Dies ist eine Ebene, die theoretisch auf derselben Ebene wie die "Abhängige Ebene (Mitte)" liegt. Zweiter Bezug:

Dies ist entweder eine Ebene, die theoretisch auf derselben Ebene wie die "Abhängige Ebene (Mitte)" liegt oder ein Element vom Typ "Achse", dessen Achse theoretisch in der abhängigen Ebene (Mitte) liegt. Handelt es sich um eine Ebene, dann bestimmt der Vektor der sekundären Bezugsebene die Messrichtung. Wenn es sich um ein Element vom Typ "Achse" handelt, dann wird die Messrichtung vom "zweifachen Kreuzen" des Achsenbezugsvektors mit dem Vektor der Symmetrieebene bestimmt.

Eine abhängige Ebene (Mitte)

Da Sie bereits eine abhängige Ebene (Mitte) erstellt haben, entsprechen Verfahrensweise und Bezugsangaben dem Fall **Zwei Ebenen** oben.

Zwei Geraden

Die beiden Geraden müssen theoretisch parallel zueinander liegen. Sie erzeugen eine Gerade (Mitte), von der aus PC-DMIS das Symmetrie-Merkmal der beiden Geraden bestimmt. 

Die beiden Geraden müssen theoretisch parallel zueinander liegen. Der TR verwendet sie intern zur Erstellung einer abhängigen Gerade (Mitte). Diese abhängige Gerade (Mitte) muss theoretisch innerhalb der Toleranzzone um den lokalisierenden Bezug liegen.

PC-DMIS überprüft die "Endpunkte" der Geraden (Mitte), um zu verifizieren, dass sie sich innerhalb der planaren Toleranzzone der zweifachen maximalen Abweichung der "Endpunkte" vom lokalisierenden Bezug befinden.

Diese "Endpunkte" werden durch die Projektion der tatsächlichen Tastermesspunkte von jeder der beiden Geraden auf die abhängige Gerade (Mitte) berechnet. Die projizierten Punkte, die am weitesten vom Flächenmittelpunkt der Geraden (Mitte) liegen, definieren die "Endpunkte". Sind keine tatsächlichen Tastermesspunkte zum Projizieren vorhanden (wenn die beiden Geraden z. B. selbst abhängige Geraden sind), dann wird nur überprüft, ob sich der Flächenmittelpunkt der Geraden (Mitte) innerhalb der Toleranzzone befindet.

Bezugsangaben

Ein Bezug - Dieser Bezug ist entweder eine Ebene, theoretisch senkrecht zur Ebene der beiden Geraden, die die Symmetrieebene enthält, oder ein Element vom Typ "Achse", dessen Achse theoretisch in der Ebene senkrecht zur Ebene der beiden Geraden, die die Symmetrieebene enthält, liegt. Handelt es sich um eine Ebene, dann bestimmt der Vektor der Bezugsebene die Messrichtung. Handelt es sich um ein Element vom Typ "Achse", dann verläuft die Messrichtung senkrecht zum Achsenbezug in der aktuellen Arbeitsebene.

Verwenden von Toleranzrahmen

Zwei Bezüge - Erster Bezug: Eine Ebene theoretisch senkrecht zur Symmetrieebene. Hierbei handelt es sich entweder um ein Ebenenelement oder um ein Achsenelement, das denselben Anforderungen wie ein einziger primärer Bezug genügt. Handelt es sich um eine Ebene, dann bestimmt der Vektor der Ebene die Messrichtung. Handelt es sich um ein Element vom Typ "Achse", dann verläuft die Messrichtung senkrecht zum Achsenbezug in der aktuellen Arbeitsebene.

Eine abhängige Gerade (Mitte)

Da bereits eine abhängige Gerade (Mitte) erstellt wurde, erfolgt die interne Verarbeitung wie im Fall **Zwei Geraden** oben beschrieben. ⓘ

Bezugsangaben

Ein Bezug - Dieser Bezug ist entweder eine Bezugsebene, die theoretisch die Gerade (Mitte) enthält, oder ein Element vom Typ "Achse", dessen Achse theoretisch parallel zur Geraden (Mitte) liegt.

Zwei Bezüge - Primärer Bezug: Dies ist eine Ebene theoretisch senkrecht zur Geraden (Mitte). Sekundärer Bezug: Hierbei handelt es sich entweder um eine Ebene oder um ein Achsenelement, das denselben Anforderungen wie ein einziger primärer Bezug genügt. Die Messrichtung wird wie im oben beschriebenen 2. Fall bestimmt.

Zwei Punkte

Der TR verwendet diese beiden Punkte intern zur Erstellung eines abhängigen Punkts (Mitte), der theoretisch innerhalb der Toleranzzone um den lokalisierenden Bezug liegt. Der angezeigte Toleranzwert ist die zweifache maximale Abweichung des Punkts (Mitte) vom lokalisierenden Bezug. ⓘ

Bezugsangaben

Ein Bezug: Sie können für den Bezug entweder eine Ebene oder ein Element vom Typ "Achse" auswählen. Wenn Sie eine Ebene auswählen, sollte sie theoretisch senkrecht zu der Geraden liegen, die die beiden Punkte verbindet und den Mitten-Punkt enthält. Der Vektor der Bezugsebene bestimmt die Messrichtung. Wenn Sie ein Achsenelement auswählen, sollte es in der Ebene senkrecht zu der Geraden liegen, die die beiden Punkte und den Mitten-Punkt verbindet. Die Messrichtung verläuft senkrecht zum Achsenbezug in der aktuellen Arbeitsebene.

Ein abhängiger Punkt (Mitte)

In diesem Fall wurde vom Benutzer bereits ein abhängiger Punkt (Mitte) erstellt. Daher sollte die Verarbeitung wie im Fall **Zwei Punkte** oben erfolgen. ⓘ

Bezugsangaben

Ein Bezug: Sie können entweder eine Ebene angeben, die theoretisch den Mitten-Punkt enthält, oder ein Element vom Typ "Achse". PC-DMIS bestimmt die Messrichtung wie im 4. Fall weiter oben beschrieben.

Eine Punktmenge

PC-DMIS nimmt an, dass die Punkte, aus denen die Menge besteht, auf den gegenüber liegenden Seiten des lokalisierenden Bezugs alternieren. So haben beispielsweise der erste und zweite Punkt ihren Mittelpunkt in der planaren Toleranzzone. Hierbei handelt es sich für dieselbe Analyse wie für das V3.7-kompatible Symmetriemerkmal, das eine Punktmenge verwendet. 

Bezugsangaben

Ein Bezug: Sie können entweder eine Ebene oder ein Element vom Typ "Achse" angeben. Die Analyse ist in diesem Fall dieselbe wie für V3.7-kompatible Symmetriemerkmale.

Zwei Punktmenge

PC-DMIS nimmt an, dass die beiden Punktmenge gleich groß sind, dass sich die Punkte aus jeder Menge auf gegenüber liegenden Seiten des lokalisierenden Bezugs befinden und dass sich die Punkte in jeder Menge gegenüber liegen. 

PC-DMIS berechnet Mittelpunkte aus den Punkten innerhalb der beiden Gruppen auf folgende Weise: Mittelpunkt n wird aus Punkt n der ersten Menge und Punkt n der zweiten Menge berechnet (analog für jeden weiteren Punkt). Die resultierenden Mittelpunkte sollten innerhalb der planaren Toleranzzone um den lokalisierenden Bezug liegen. Diese Analyse entspricht der aus dem oben beschriebenen 7. Fall mit der Ausnahme, dass die Punkte aus zwei Mengen stammen.

Bezugsangaben

Ein Bezug: Für den primären Bezug können Sie eine Ebene oder ein Element vom Typ "Achse" angeben. Die Analyse hieraus entspricht der Analyse aus dem oben beschriebenen 7. Fall.

Ein abhängiger oder Auto-Kreis, -Kegel oder -Zylinder

PC-DMIS berechnet eine "Kreismenge" (oder Kreismengen) aus dem Eingabeelement und wertet dann die Elementschwerpunkte der Menge(n) für das Symmetrie-Merkmal aus. 

Tasterpunkte innerhalb eines Bereichs von 1 mm einer Ebene, die senkrecht zur Elementachse verläuft, gehören zu derselben "Kreismenge". PC-DMIS löst die Punkte als ein 2D-Kreis in einer Ebene senkrecht zur Elementachse. Die Flächenmittelpunkte aller "Kreismengen" werden für die Symmetrie ausgewertet, um festzustellen, ob sie alle innerhalb der Toleranzzone um den Bezug liegen. Die Toleranzzone kann je nach verwendetem Bezug zylindrisch oder planar verlaufen. Der angezeigte Toleranzwert ist die zweifache maximale

Abweichung der Flächenmittelpunkte der "Kreismengen" aus dem lokalisierenden Bezug.

Bezugsangaben

Ein Bezug - Sie können eine Ebene, die theoretisch die betrachtete Elementachse enthält, oder ein Element vom Typ "Achse" auswählen, dass theoretisch mit der Achse des betrachteten Elements übereinstimmt. Handelt es sich um eine Ebene, dann ist die Toleranzzone eben und der Vektor der Ebene bestimmt die Messrichtung. Handelt es sich um ein Element vom Typ "Achse", dann ist die Toleranzzone zylindrisch.

Zwei Bezüge - Primärer Bezug: Dies ist eine Ebene theoretisch senkrecht zum betrachteten Element. Sekundärer Bezug: Sie können entweder eine Ebene, die theoretisch die betrachtete Elementachse enthält, oder ein Element vom Typ "Achse" auswählen, dass theoretisch mit der Achse des betrachteten Elements übereinstimmt. Wählen Sie eine Ebene aus, dann ist die Toleranzzone planar und der Vektor der Bezugsebene bestimmt die Messrichtung. Wenn Sie ein Element vom Typ "Achse" auswählen, dann ist die Toleranzzone zylindrisch.

Ein abhängiger Kreis, Kegel oder Zylinder

PC-DMIS prüft die Endpunkte eines abhängigen Kegels oder Zylinders oder den Mittelpunkt eines abhängigen Kreises auf Symmetrie. 

Alle Endpunkte müssen innerhalb der Toleranzzone um den lokalisierenden Bezug liegen. Die Toleranzzone kann je nach verwendetem Bezug zylindrisch oder planar verlaufen. Der angezeigte Toleranzwert sollte die zweifache maximale Abweichung der Endpunkte vom lokalisierenden Bezug betragen.

Bezugsangaben

Wie im 9. Fall weiter oben.

Erstellen eines Toleranzrahmen-Merkmals "Lauf"

Toleranzrahmen (TR)-Merkmale vom Typ "Lauf" werden häufig verwendet, um die Koaxialität eines ausgewählten Elements hinsichtlich eines ausgewählten Bezugs oder ausgewählter Bezüge zu bestimmen. Sie müssen mindestens einen Bezug auswählen, wenn Sie ein TR-Merkmal vom Typ "Lauf" erstellen.

Es gibt zwei Arten von Läufen:

- **Rundlauf** – Hierbei wird nur eine Messpunktebene um ein zylindrisches Element herum geprüft.

- **Gesamtlauf** – Prüft mehrere Messpunktebenen entlang der gesamten Oberfläche des Zylinders.

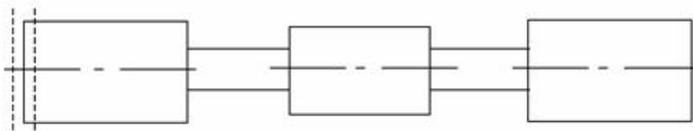
Darüber hinaus enthält die Registerkarte **Toleranzrahmen** im Dialogfeld **Form- & Lagetoleranz (Einfügen | Merkmal | <Merkmal>)** die beiden Optionsschaltflächen **Axial** und **Radial**:

- Handelt es sich bei dem betrachteten Element um eine Ebene oder Ebenengruppe, ist nur die Option **Axial** zulässig. PC-DMIS graut beide Schaltflächen automatisch aus und wählt **Axial** aus.
- Handelt es sich bei dem betrachteten Element um ein Axialelement, wählt PC-DMIS standardmäßig **Radial** aus, es sei denn, Sie legen einen einzigen Ebenenbezug fest. In diesem Fall wählt PC-DMIS automatisch **Axial** aus, und beide Schaltflächen werden ausgegraut.

Diese Schaltflächen werden im Thema "[FLT - Registerkarte 'Toleranzrahmen'](#)" unter "Toleranzrahmen-Optionen" und dann "Optionen 'Axial' und 'Radial'" näher beschrieben.

Axialer Lauf

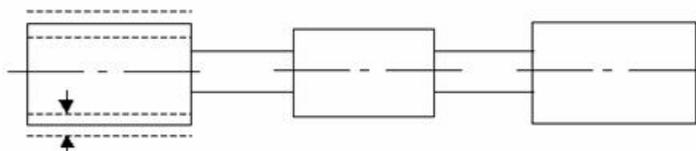
Diese Laufart wird an der Stirnfläche eines zylindrischen Werkstücks gemessen. Die Stirnfläche des Zylinders kann als Kreis oder Ebene gemessen werden.



- **Axialer Kreisrundlauf** – PC-DMIS betrachtet jeden Kreisabschnitt einzeln (dies erfordert Kreisgruppen und Kreisscangruppen, keine Ebene oder Punktgruppen). Das Programm berechnet die axiale Lauftoleranz für jeden Kreisabschnitt basierend auf dem Mindestabstand zweier paralleler Ebenen senkrecht zur Bezugsachse, die alle Punkte dieses Kreisabschnitts enthalten. Die protokollierte axiale Rundlauftoleranz stellt den ungünstigsten Fall dieser einzelnen Kreisabschnitte dar.
Folgende Elementtypen können als Elemente berücksichtigt werden: Scans, Kreise, Scangruppen und Kreisgruppen.
- **Axialer Gesamtlauf** – PC-DMIS sucht zwei parallele Ebenen senkrecht zur Bezugsachse, die sich so nah wie möglich beeinander befinden und dennoch alle Messpunkte enthalten (für alle Scans oder Kreise zusammen). Die Verteilung dieser beiden parallelen Ebenen stellt die axiale Gesamtlauf toleranz dar.
Folgende Elementtypen können als Elemente berücksichtigt werden: Scans, Kreise, Ebenen, Scangruppen und Kreisgruppen.

Radialer Lauf

Diese Laufart wird an der zylindrischen Fläche einer Bohrung oder einer Welle gemessen.



Verwenden von Toleranzrahmen

- **Radialer Kreisrundlauf** – PC-DMIS betrachtet jeden Kreisabschnitt einzeln (dies erfordert Kreisgruppen, Kreisscangruppen oder einen Zylinder mit mehreren Kreisabschnitten, keine Ebene oder Punktgruppen). Das Programm berechnet die radiale Lauftoleranz für jeden Kreisabschnitt basierend auf dem Mindestabstand zweier mittig auf der Bezugsachse gelegener konzentrischer Kreise, die alle Punkte dieses Kreisabschnitts enthalten. Die Verteilung dieser beiden konzentrischen Kreise stellt die radiale Rundlauftoleranz für diesen Kreisabschnitt dar. Die protokollierte axiale Rundlauftoleranz stellt den ungünstigsten Fall dieser einzelnen Kreisabschnitte dar. *Folgende Elementtypen können als Elemente berücksichtigt werden:* Scans, Kreise, Zylinder, Kegel, Kugeln, Scangruppen, Kreisgruppen, Zylindergruppen, Kegelgruppen und Kugelgruppen.
- **Radialer Gesamtlauflauf** – PC-DMIS sucht zwei konzentrische Zylinder mittig auf der Bezugsachse, die sich so nah beieinander wie möglich befinden und dennoch alle Messpunkte enthalten (für alle Scans, Kreise oder Zylinder zusammen). Die Verteilung dieser beiden konzentrischen Zylinder stellt die radiale Gesamtlauftoleranz dar. *Folgende Elementtypen können als Elemente berücksichtigt werden:* Scans, Kreise, Zylinder, Kegel, Kugeln, Scangruppen, Kreisgruppen, Zylindergruppen, Kegelgruppen und Kugelgruppen.

Einzelne Bezüge

Sowohl für Rundläufe als auch für Gesamtläufe (axial und radial) ist mindestens ein Bezug erforderlich.

- Wird nur ein Bezug angegeben, und handelt es sich um die Laufart **Radial**, dann muss der Bezug ein Axialelement sein (Zylinder, Kegel, Gerade).
- Wird nur ein Bezug angegeben, und handelt es sich um die Laufart **Axial**, dann kann der Bezug ein Axialelement oder eine Ebene sein.

Zwei Bezüge

Bei der Laufart **Radial** können Sie zwei Bezüge eingeben.

- Der primäre Bezug ist gewöhnlich eine Ebene, die theoretisch senkrecht zur Achse des betrachteten Elements liegt (in diesem Fall ein Axialelement).
- Der sekundäre Bezug ist ein Axialelement.

Zusammengesetzte Bezüge

Der Bezug kann auch ein zusammengesetzter Bezug sein, der auf zwei Zylinder (beispielsweise A-B) verweist. Bei der Laufart **Radial** können Sie zwei Bezüge eingeben.

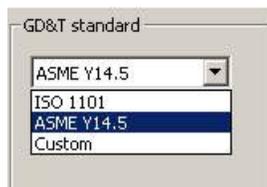
- Der primäre Bezug ist gewöhnlich eine Ebene, die theoretisch senkrecht zur Achse des betrachteten Elements liegt (in diesem Fall ein Axialelement).
- Der sekundäre Bezug ist ein Axialelement.

Anwendung von Ungleichen Toleranzzonen mit Profil-Toleranzrahmen-Merkmalen

Mit dem Symbol "Ungleiche Toleranzzone"  haben Sie die Möglichkeit, ein Profilmerkmal mit ungleichen Toleranzzonen zu haben. PC-DMIS unterstützt die Verwendung des Symbols "Ungleiche Toleranzzone" gemäß dem 'ASME Y14.5-2009'-Standard.

Voraussetzungen

- In der Registerkarte **Erweitert** des Dialogfeldes **Form- & Lagetoleranz** für das Profilmerkmal (**Einfügen | Merkmal | <Merkmal>**) muss **ASME Y14.5** ausgewählt werden:

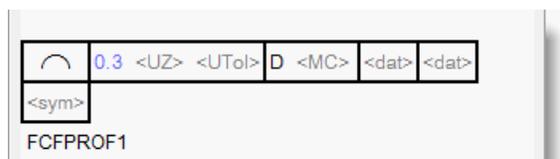


- Sie müssen ein Toleranzrahmen (TR)-Profilmerkmal verwenden (diese Funktion wird nicht von V3.7-kompatiblen Merkmalen unterstützt).

Hinweis: Obwohl ungleiche Toleranzzonen für Profile im Standard ISO 1101-2012 unterstützt werden, wurden sie bei PC-DMIS noch nicht implementiert. Wenn Sie also die Option **ISO 1101** in der Liste **FLT-Standard** wählen, blendet PC-DMIS dieses Symbol ab und es ist somit nicht mehr zur Auswahl verfügbar.

TR-Editor

Wenn die obigen Voraussetzungen erfüllt sind, dann sieht der TR-Editor im Dialogfeld **FL&T** beim Erstellungsstart eines TR-Profilmerkmals so aus:



Toleranzrahmen-Editor für ein Linienprofil-Merkmal

Beachten Sie die Erweiterung um die Felder **<UTZ>** und **<UTZW>**:

- <UTZ>** - Ungleiche Toleranzzone
- <UTZW>** - Ungleicher Toleranzzonenwert

Verwenden der Ungleichen Toleranzzone

Im Feld **<UTZ>** können Sie die Anzeige des Symbols "Ungleiche Toleranzzone" auswählen. Wenn Sie das Symbol anzeigen, müssen Sie den ungleichen Toleranzzonenwert in das Feld **<UTZW>** eingeben.

Verwenden von Toleranzrahmen

Geben Sie den oberen Toleranzwert in das Feld **<OTOL>** ein. Dieser Wert ist stets positiv und muss zwischen 0 und dem Wert für die Gesamttoleranz liegen. Die untere Toleranz ist nicht sichtbar, wird aber im Hintergrund durch Abzug des oberen Toleranzwertes von der Gesamttoleranz berechnet.

Angenommen, Sie haben einen Gesamttoleranzwert von 0,3 und einen ungleichen Toleranzwert von 0,1 (obere Toleranz), etwa so:



dann nimmt PC-DMIS den Gesamttoleranzwert von 0,3 und subtrahiert ihn vom oberen Toleranzwert von 0,1. Das ergibt einen unteren Toleranzwert von 0,2, wie hier veranschaulicht:

FCFPROF1	IN	0.3	U	0.1	D	FORMANDLOCATION
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL
LIN1	0.0000	0.1000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000

Ohne die Ungleiche Toleranzzone

Wenn Sie die Ungleiche Toleranzzone nicht für das Profilvermerkmal verwenden, dann wird die Gesamttoleranzzone gleichmäßig zwischen der oberen und der unteren Toleranz verteilt. Beim oben stehenden Beispiel von 0,3 würden Sie ein Ergebnis von einem oberen und unteren Toleranzwert von jeweils 0,15 erhalten.

Kompatibilität mit der PC-DMIS-Version

Eine Messroutine aus einer Version nach 2010, das in einer Version vor Version 2010 geladen wird, zeigt keine ungleichen Toleranzzonensymbole an. Auch das Feld im Bearbeitungsfenster wird nicht angezeigt. Die ungleichen oberen und unteren Toleranzzonensymbole werden jedoch nach wie vor angewandt.

Ein Messroutine aus einer Version vor 2010, das in einer Version ab Version 2010 geladen wird, zeigt 'ungleiche Toleranzzonen'-Symbole an. Wenn die Toleranzzonen gleich sind, erscheint das Symbol nicht.

Toleranzrahmen-Protokolltabellen

PC-DMIS enthält eine Vielzahl von Protokolltabellen, die bei der Protokollerzeugung für die Messroutine ausgegeben werden können. Diese Protokolltabellen sind anders gestaltet als die V3.7-kompatible Merkmale im Protokoll.

Alle V3.7-kompatible Merkmale erscheinen in einer Tabelle. TR-Protokolltabellen dagegen werden entsprechend der verschiedenen Abschnitte des TR aufgeteilt, damit das Protokoll übersichtlicher erscheint. So können Sie zum Beispiel eine Tabelle haben, die den Großenteil des TR anzeigt, während eine weitere Tabelle die Formblattangaben einblendet.

Sehen Sie sich dieses V3.7-kompatible Positionsmerkmal im Protokollfenster als visuelles Beispiel an:

MM	LOC21 - CIR2							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	DEVANG	OUTTOL	BONUS
X	25.399	0	0	25.410	0.010		0	0
Y	76.200	0	0	76.197	-0.003		0	0
DF	25.400	0.100	0.100	25.425	0.025		0.000	0.000
D1	0	0	0	0	PLANE PLN2			0
D2	25.400	0.100	0.100	25.425	CIRCLE CIR1			0.000
D3	0	0	0	0	LINE LIN1 AT			0
TP	RFS	0.100	0	0	0.022	-17.366	0.000	0.000

Beispielprotokoll eines V3.7-kompatiblen Positionsmerkmals als eine einzige Tabelle

Und jetzt vergleichen Sie diese Tabelle mit einem TR-Positionsmerkmal im Protokollfenster im folgenden Beispiel:

FCFLOC2 Size	MM	β15 0.010.01						
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
CIR2	15.000	0.010	0.010	15.001	0.001	0.000	0.011	
B:CIR1	60.500	0.020	0.020	60.500	0.000	0.000	0.020	

FCFLOC2 Position	MM	20.01 A B C						
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
CIR2	0.000	0.010		0.000	0.000	0.000	0.011	
B:CIR1	0.000	0.000		0.015	0.015	0.000	0.004	

FCFLOC2 Datum Shift							
Segment	Shift X	Shift Y	Shift Z	Rotation X	Rotation Y	Rotation Z	
Segment 1	-0.003	-0.007	Fixed	Fixed	Fixed	0.000	

FCFLOC2 Summary FIT TO DATUMS=ON, DEV PERPEN CENTERLINE=ON							
Feature	AX	NOMINAL	MEAS	DEV			
CIR2	X	-30.500	-30.500	0.000			
	Y	30.500	30.500	0.000			
	Z	0.000	0.139	0.139			

Beispielprotokoll eines TR-Positionsmerkmals mit mehreren Tabellen

Beachten Sie, dass das TR-Positionsmerkmal tatsächlich in verschiedenen Tabellen vorkommt, die folgende Angaben einblenden:

- Größe
- Positionieren
- Bezugsverschiebung
- Zusammenfassung

Alle anderen TR-Merkmale werden auf ähnliche Weise protokolliert. Zwar unterscheiden sich diese Protokolltabellen von der Vorgehensweise, wie V-3.7-kompatible Merkmale protokolliert wurden, jedoch bieten sie einen geordneteren Überblick und verbessern somit die Lesbarkeit der protokollierten Merkmalsangaben.

Hinweis zur Bezugsverlagerung

PC-DMIS protokolliert die Bezugsverlagerungs-Tabelle nur dann, wenn das Bezugssystem nicht völlig eingeschränkt ist. In der obigen Abbildung ist zum Beispiel der zweite Bezug MMC. Daher sind die Verlagerungen X und Y bis zum Bonus auf dem zweiten Bezug uneingeschränkt. (Weitere Informationen hierzu finden Sie in der Beschreibung von "An Bezüge anpassen" im Thema "[Dialogfeld 'FLT' - Registerkarte 'Erweitert'](#)".)

Verwenden von Toleranzrahmen

Wenn ein Bezugssystem nur teilweise eingeschränkt ist, zeigen die eingeschränkten Freiheitsgrade den Text "Festgesetzt" anstelle eines tatsächlichen Werts an (auch wenn der Wert intern null ist). So kann leichter zwischen eingeschränkten und freien Graden unterschieden werden. Ist das Bezugssystem vollkommen eingeschränkt, dann wird die Bezugsverlagerungstabelle nicht protokolliert, da alle Werte für Verlagerung und Rotation gleich null wären.

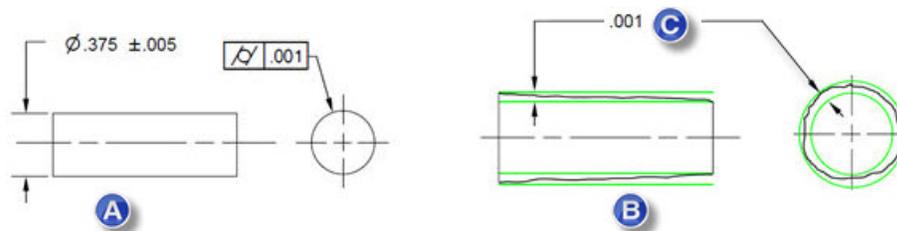
Im nachfolgenden Beispiel wird dasselbe Protokoll wie oben dargestellt, wobei jedoch der zweite Bezug elementgrößenneutral (RFS) ist. Beachten Sie, dass sich in diesem Fall im Protokoll keine Bezugsverlagerungstabelle befindet.

FCFLOC2 Size	MM	Ø15 0.01/0.01					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
CIR2	15.000	0.010	0.010	15.001	0.001	0.000	0.011
FCFLOC2 Position	MM	⊕ 0.01 @ A B C					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
CIR2	0.000	0.010		0.015	0.015	0.000	0.011
FCFLOC2 Summary FIT TO DATUMS=ON, DEV PERPEN CENTERLINE=ON							
Feature	AX	NOMINAL	MEAS	DEV			
CIR2	X	-30.500	-30.503	-0.003			
	Y	30.500	30.493	-0.007			
	Z	0.000	0.139	0.139			

Beispielprotokoll eines TR-Merkmals 'Position' ohne eine Bezugsverlagerungstabelle

Zylindrizität

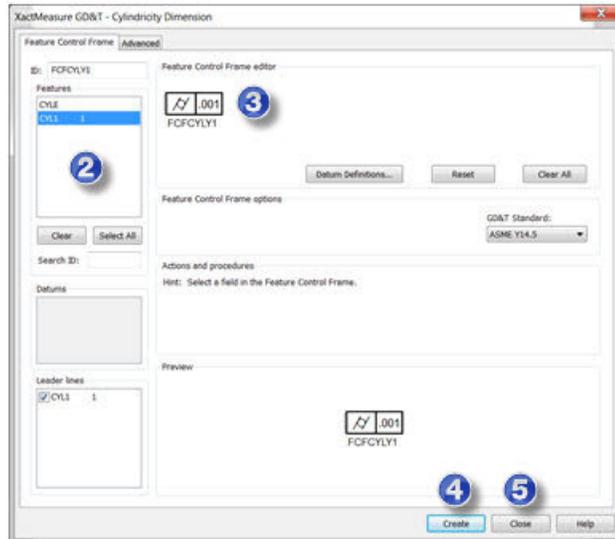
 Die Formtoleranz "Zylindrizität" steuert die Form eines Zylinderelements, ohne dass Größe, Ausrichtung sowie Lage gesteuert werden. Die Oberfläche des berücksichtigten Zylinders muss innerhalb der Toleranzzone liegen, die von zwei konzentrischen Zylindern begrenzt wird, dessen Radien sich um den vorgegebenen Toleranzwert unterscheiden. Die Formtoleranz Zylindrizität steuert die Kreisförmigkeit, Geradheit und die Schrägheit des betrachteten Zylinders. Materialbedingungs-Modifikatoren und Bezugsэлеmente sind unzulässig.



(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) Ein Toleranzbereich von 0,001.

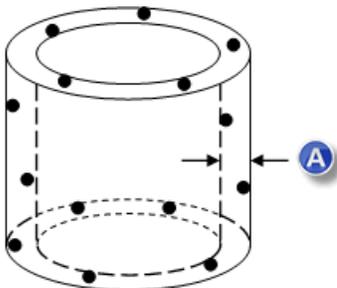
Zylindrizität überprüfen

Berücksichtigte Elemente: Gemessene Zylinder, AutoZylinder und Abhängige Zylinder



1. Wählen Sie im Menü **Einfügen | Merkmal** oder aus der Symbolleiste **Merkmal** die Option **Zylindrizität** aus, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** einzublenden.
2. Wählen Sie im Bereich **Elemente** mindestens ein Zylinderelement aus, das mindestens sechs Datenpunkte enthält.
3. Definieren Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** den Toleranzwert für den Toleranzrahmen (TR).
4. Klicken Sie auf **Erzeugen**, um das Zylindrizitätsmerkmal zu berechnen.
5. Klicken Sie auf **Schließen**, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** zu schließen.
6. Die Ergebnisse können Sie einsehen, indem Sie das Statusfenster (**Anzeige | Andere Fenster | Statusfenster**) oder das Protokollfenster (**Anzeige | Protokollfenster**) aufrufen. Wenn das Zylinderelement die Toleranz für die Zylindrizität verfehlt, dann zeigt PC-DMIS den Text in **rot** an.

Feature	MEAS	NORMAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL
CYL1	0.0006	0.0000	0.0010		0.0006	0.0000



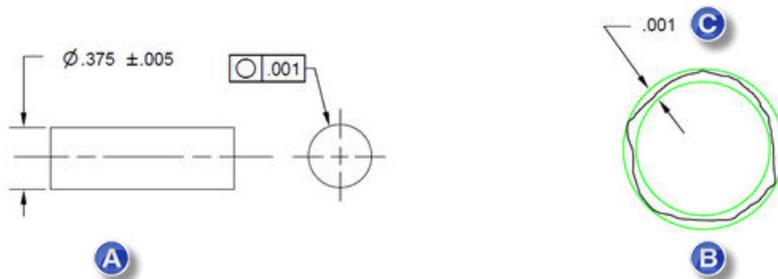
(A) Der Messwert wird durch Berechnung der minimalen radialen Trennung zwischen zwei konzentrischen Zylindern, die alle gemessenen Flächenpunkte des Zylinders enthalten, bestimmt.

Der Zylinder besteht die Zylindrizitätstoleranz, wenn sich Messwert innerhalb der Toleranz liegt.

Rundheit



Die Formtoleranz "Kreisförmigkeit" steuert die Form aller zweidimensionalen Querschnitte einer Rotationsfläche, ohne dass Größe, Ausrichtung sowie Lage gesteuert werden. Die Oberfläche des betrachteten Zylinders muss innerhalb der Toleranzzone liegen, die von zwei konzentrischen Kreisen begrenzt wird, dessen Radien sich um den vorgegebenen Toleranzwert unterscheiden. Alle zweidimensionalen Querschnitte des Elements müssen in einer Ebene senkrecht zur Elementachse ausgewertet werden. Materialbedingungs-Modifikatoren und Bezugsэлеmente sind unzulässig.



(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) Ein Toleranzbereich von 0,001.

Hinweis: Wenn Sie mit einem manuellen Messgerät arbeiten, wie beispielsweise einem Messarm von Romer, kann die Messung von Kreisförmigkeit eines Kegels oder Torus nicht präzise durchgeführt werden. Wenn Sie Messdaten in verschiedenen planaren Querschnitten aufnehmen, interpretiert PC-DMIS die theoretische Variation der Fläche als ein Formfehler.

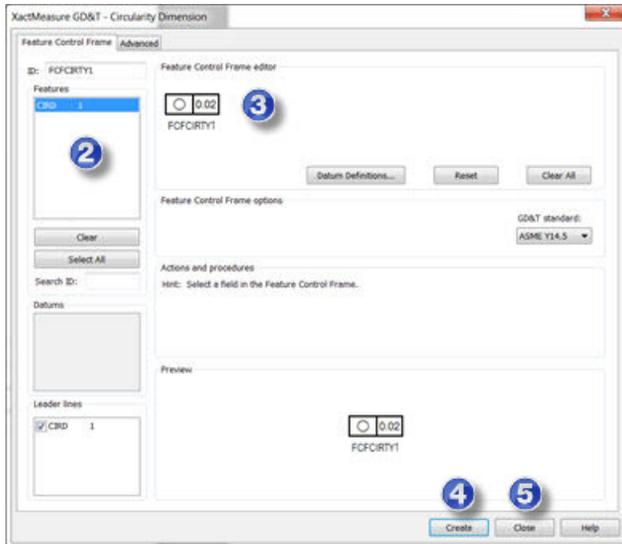
Kreisförmigkeit einer Kugel

Sie haben die Möglichkeit, eine Kreisförmigkeitstoleranz auf eine Kugel anzuwenden. Alle zweidimensionalen Querschnitte des Elements in einer Ebene, die durch einen allgemeinen Mittelpunkt verlaufen, müssen ausgewertet werden. In diesem Fall gibt die Kreisförmigkeitstoleranz eine Toleranzzone an, die von zwei konzentrischen Kugeln, deren Radien sich um den vorgegebenen Toleranzwert unterscheiden, begrenzt werden.

Das berücksichtigte Element ist eine Kugel.

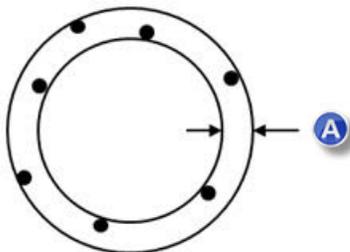
Überprüfen von Kreisförmigkeit

Berücksichtigte Elemente: Gemessener Kreis, Gemessene Kugel, AutoKreis, AutoKugel, Abhängiges Element Kreis und Abhängiges Element Kugel



1. Wählen Sie im Menü **Einfügen | Merkmal** oder aus der Symbolleiste **Merkmal** die Option **Kreisförmigkeit** aus, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** einzublenden.
2. Wählen Sie im Bereich **Elemente** ein oder mehrere Kreiselemente aus, die mindestens jeweils vier Datenpunkte enthalten.
3. Definieren Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** den Toleranzwert für den Toleranzrahmen (TR).
4. Klicken Sie auf **Erzeugen**, um das Zylindrizitätsmerkmal zu berechnen.
5. Klicken Sie auf **Schließen**, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** zu schließen.
6. Die Ergebnisse können Sie einsehen, indem Sie das Statusfenster (**Anzeige | Andere Fenster | Statusfenster**) oder das Protokollfenster (**Anzeige | Protokollfenster**) aufrufen. Wenn das Element die Toleranz für die Kreisförmigkeit verfehlt, dann zeigt PC-DMIS den Text in **rot** an.

FCFCIRTY1	IN							
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS	
CIRD	0.0121	0.0000	0.0200		0.0121	0.0000		

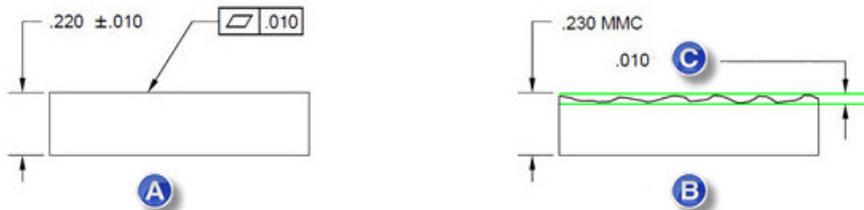


(A) Der Messwert wird durch Berechnung der minimalen radialen Trennung zwischen zwei konzentrischen Kreisen, die alle gemessenen Flächenpunkte von jedem Kreis enthalten, bestimmt.

Der Zylinder, Kegel oder Torus besteht die Kreisförmigkeitstoleranz, wenn alle gemessenen Werte innerhalb der Toleranz liegen.

Ebenheit

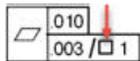
 Die Ebenheit steuert die Form eines Ebenenelements, ohne dass Größe, Ausrichtung sowie Lage gesteuert werden. Die Oberfläche der betrachteten Ebene muss innerhalb einer Toleranzzone liegen, die von zwei parallelen Ebenen begrenzt wird, die um eine Entfernung voneinander getrennt sind, die dem vorgegebenen Toleranzwert gleicht. Zusätzlich zur gesamten Ebenheit haben Sie auch die Möglichkeit, die Ebenheit pro Einheit anzugeben. Materialbedingungs-Modifikatoren und Bezugsэлеmente sind unzulässig.



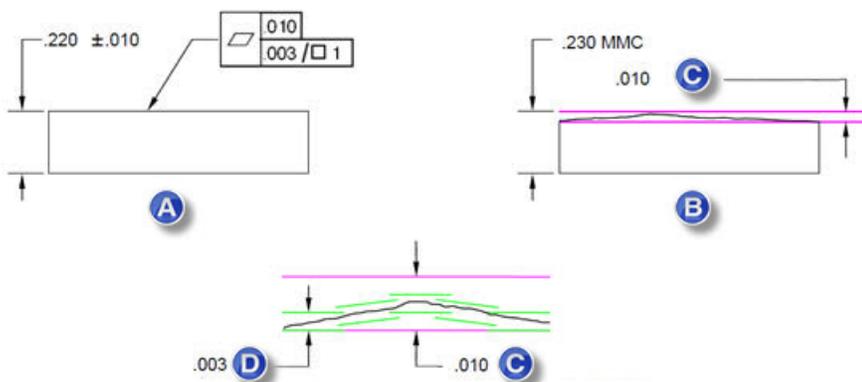
(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) A Toleranzbereich von 0,010.

Ebenheit einer Ebene pro Flächeneinheit

Sie haben die Möglichkeit, eine Ebenheitstoleranz auf pro Einheitsflächen-Basis vorgeben, wenn Sie das Kontrollkästchen **Pro Einheit** verwenden. Dadurch wird ein Verbund-TR erstellt, wo zwei getrennte Toleranzen dasselbe Ebenheitssymbol teilen. Das viereckige Symbol hinter dem Schrägstrich gibt an, dass die Einheitsfläche viereckig ist, wie hier veranschaulicht:



Die Zahl, die dem Schrägstrich vorangeht, bestimmt die Toleranz. Die Zahl hinter dem viereckigen Symbol bestimmt die Größe des Einheitsbereichs Viereck. Ebenheit pro Einheit verfeinert die gesamte Ebenheit und Sie müssen einen kleineren Toleranzwert als die Gesamt toleranz wählen.



(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) Ein Toleranzbereich von 0,010. (D) Eine 0,003-breite Toleranzzone pro 1 x 1 Flächeneinheit. Jedes Paar grüner Linien stellt die einzelnen Einheitsbereiche dar.

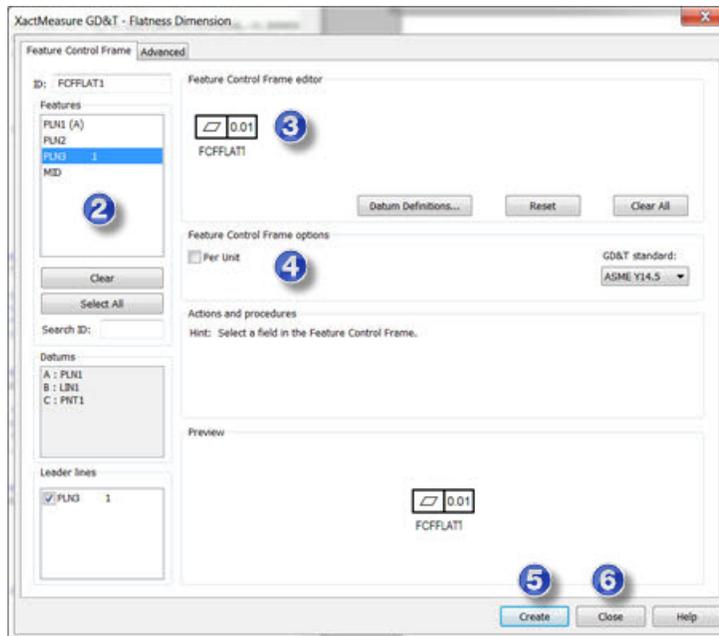
Die Ebenheit pro Flächeneinheit wird berechnet, indem man die Punktdaten der Ebene in Untergruppen aufteilt, die jeweils in ein Quadrat der vorgegebenen Größe fallen. Die Ebenheit

von jeder Datenuntergruppe wird durch Berechnung des Mindestabstandes zwischen zwei parallelen Ebenen, die sämtliche gemessenen Punkte in der Untergruppe enthalten, bestimmt. Die Punktedaten der Ebene müssen von solcher Dichte sein, dass mindestens vier Punkte in jeder Untergruppe enthalten sind. Nachdem das Programm die Ebenheit für alle Einheitsflächen berechnet hat, wird der ungünstigste gemessene Wert verwendet. Die Ebene besteht die Ebenheitstoleranz pro Flächeneinheit, wenn der ungünstigste gemessene Wert innerhalb der Toleranz pro Flächeneinheit liegt.



Überprüfen von Ebenheit

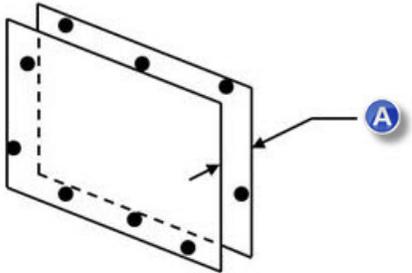
Betrachtete Elemente: Gemessene Ebene, AutoEbene und eine Abhängige Ebene.



1. Wählen Sie im Menü **Einfügen | Merkmal** oder aus der Symbolleiste **Merkmal** die Option **Ebenheit** aus, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** einzublenden.
2. Wählen Sie im Bereich **Elemente** mindestens ein Ebenenelement aus, das mindestens vier Datenpunkte enthält.
3. Definieren Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** den Toleranzwert für den Toleranzrahmen (TR).
4. Wenn Sie die Toleranz auf einer pro Einheitsbasis verfeinern, markieren Sie das Kontrollkästchen **Pro Einheit**. Definieren Sie in der neu hinzugefügten Zeile im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** die Toleranz und Größe der Einheit.
5. Klicken Sie auf **Erzeugen**, um das Ebenheitsmerkmal zu berechnen.
6. Klicken Sie auf **Schließen**, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** zu schließen.
7. Die Ergebnisse können Sie einsehen, indem Sie das Statusfenster (**Anzeige | Andere Fenster | Statusfenster**) oder das Protokollfenster (**Anzeige | Protokollfenster**) aufrufen. Wenn das Ebenenelement die Toleranz für die Ebenheit verfehlt, dann zeigt PC-DMIS den Text in **rot** an.

Ebenheit einer Ebene

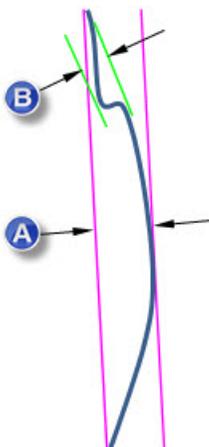
FCFFLAT1	IN	0.010					
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
PLN1	0.0106	0.0000	0.0100		0.0106	0.0006	



(A) Der gemessene Wert ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen, die sämtliche gemessenen Flächenpunkte der Ebene enthalten. Die Ebene besteht die Ebenheitstoleranz, wenn der gemessene Wert innerhalb der Toleranz liegt.

Ebenheit einer Ebene pro Flächeneinheit

FCFFLAT1	IN	0.01		0.005 / 5			
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
PLN2	0.0063	0.0000	0.0100		0.0063	0.0000	
PER UNIT	0.0041	0.0000	0.0050		0.0041	0.0000	



(A) Der gemessene Wert ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen, die sämtliche gemessenen Flächenpunkte der Ebene enthalten. Die Ebene besteht die Ebenheitstoleranz, wenn der gemessene Wert innerhalb der Toleranz liegt.

(B) Der gemessene Wert für das untere Segment ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Ebenen der pro Einheitsfläche. Dies ist die schlechteste Abweichung unter allen 'pro Einheitsfläche'-Segmenten.

Geradheit

Die Formtoleranz "Geradheit" steuert die Form eines zweidimensionalen Geradenelements oder einer dreidimensionalen Achse, ohne dass Ausrichtung oder Lage gesteuert werden. Beide verwenden dasselbe Symbol, jedoch zeigt der Toleranzrahmen (TR) anders auf das betrachtete Element, wie weiter unten veranschaulicht:



(A) Geradheit einer Geraden. (B) Geradheit einer Achse.

Geradheit einer Geraden

Bei der Geradheit einer Geraden handelt es sich um eine zweidimensionale Spezifikation, die alle Geradenelemente einer planaren, zylindrischen oder konischen Fläche steuert. Die Geradheitstoleranz wird in der Ansicht da angewendet, wo die gesteuerten Elemente durch eine gerade Linie dargestellt werden. Jedes Geradenelement muss innerhalb einer Toleranzzone liegen, die von zwei parallelen Geraden begrenzt wird, die durch den vorgegebenen Toleranzwert getrennt sind. Materialbedingungs-Modifikatoren und Bezugselemente sind unzulässig.



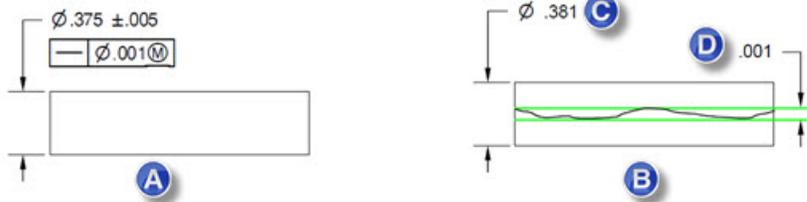
(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) Ein Toleranzbereich von 0,001.

Hinweis: Wenn Sie mit einem manuellen Messgerät arbeiten, wie beispielsweise einem Messarm von Romer, kann die Messung von Geradheit eines Geradenelements eines Zylinders oder Kegels nicht präzise durchgeführt werden. Wenn Sie Messdaten in verschiedenen planaren Querschnitten aufnehmen, interpretiert PC-DMIS die theoretische Variation der Fläche als ein Formfehler.

Geradheit einer Achse

Die Geradheit einer Achse ist die dreidimensionale Spezifikation, die die Achse oder die abgeleitete Mittellinie eines Zylinders steuert. PC-DMIS erstellt aus dem berücksichtigten Zylinder automatisch eine abgeleitete Mittellinie, indem der Mittelpunkt von jedem kreisförmigen Querschnitt berechnet wird. Die abgeleitete Mittellinie muss innerhalb einer zylindrischen Toleranzzone mit einem Durchmesser, der einer vorgegebenen Toleranz gleich, liegen. Die Geradheit einer Achse lässt Materialbedingungs-Modifikatoren zu, erlaubt jedoch keine Bezugselemente.

Verwenden von Toleranzrahmen

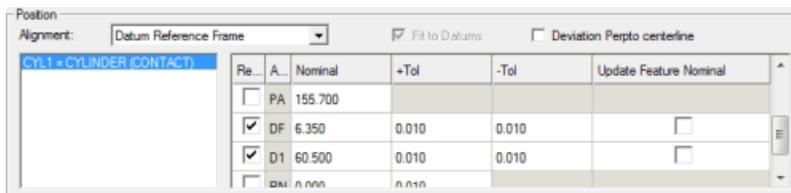


(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) Virtuelle Bedingung 0,381. (D) Eine Durchmesser-Toleranzzone von 0,001.

Hinweis: Wenn die gemessenen Daten nicht in planaren Querschnitten aufgenommen werden, kann das Programm u. U. die abgeleitete Mittellinie nicht aus den Flächendaten erstellen.

Bei der Auswertung von 'Geradheit' auf ein Zylinderelement müssen Sie mindestens drei Ebenen von Tastmesspunkten aufnehmen. Je mehr Ebenen mit Messpunkten aufgenommen werden, desto besser die Auswertung des Zylindermerkmals 'Geradheit'.

Wenn Sie ein Merkmal für die Geradheit eines Zylinders bei einem Materialzustand festlegen, zeigt die Registerkarte **Erweitert** im Dialogfeld **XactMeasure FLT** des TRs die Achse **DF** im Bereich **Position** an, wodurch der Benutzer die Möglichkeit hat, die Größentoleranz für die Bonusberechnung einzugeben. Siehe "[Dialogfeld 'FLT' - Registerkarte 'Erweitert'](#)".

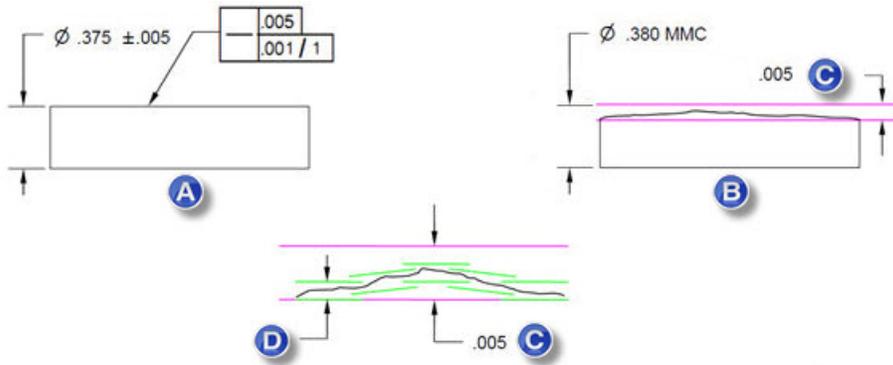


Beispielbereich "Position" auf der Registerkarte "Erweitert" mit der DE-Achse

Geradheit einer Geraden Pro Einheitslänge

Zusätzlich zur Gesamt-Geradheit können Sie eine Geradheitstoleranz auf pro Einheitslängen-Basis vorgeben, wenn Sie das Kontrollkästchen **Pro Einheit** verwenden. Dadurch wird ein Verbund-TR erstellt, wo zwei getrennte Toleranzen dasselbe Geradheitssymbol teilen. Das obere Segment auf dem TR gibt die Gesamt-Geradheitstoleranz an. Das untere Segment auf dem TR verfeinert die Gesamt-Geradheit mit einem kleineren Toleranzwert. Die Zahl, die dem Schrägstrich vorangeht, bestimmt die Toleranz. Die Zahl hinter dem Schrägstrich bestimmt die Einheitslänge. Dadurch wird ein Toleranzwert erzeugt, wo die Toleranzzone nur über die vorgegebene Einheitslänge angewandt wird. Die kleinere Toleranzzone schwebt innerhalb der gesamten Länge des betrachteten Elements.

Hinweis: Sie können auch die Einheit Pro Länge für die Geradheit einer Zylinderachse verwenden (wird in diesem Beispiel nicht gezeigt).



(A) Wenn Ihre Zeichnung dies aufweist. (B) Bedeutet es dies. (C) Ein Toleranzbereich von 0,005. (D) Ein Toleranzbereich von 0,001 durch 1 Einheitslänge. Jedes Paar grüner Linien stellt die einzelnen Einheitslängen dar.

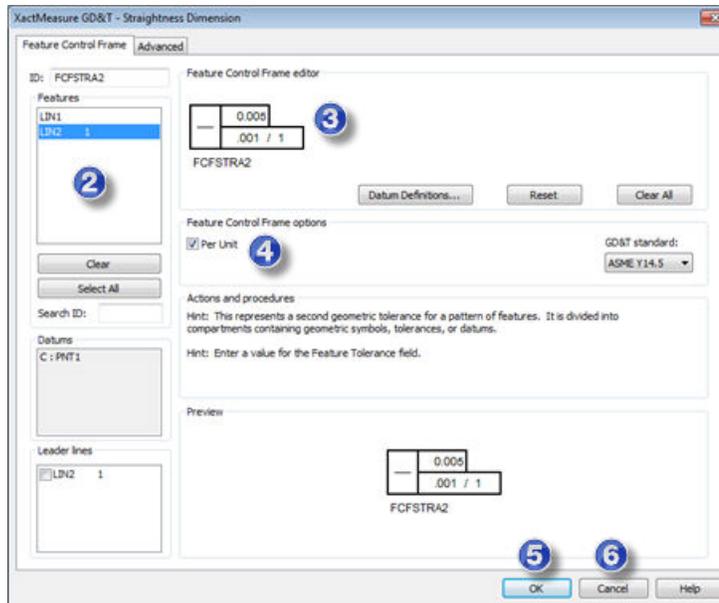
Die Geradheit pro Flächenlänge wird berechnet, indem man die Punktdaten der Gerade in Untergruppen aufteilt, die jeweils in eine Länge der vorgegebenen Größe fallen. Die Geradheit von jeder Datenuntergruppe wird durch Berechnung des Mindestabstandes zwischen zwei parallelen Ebenen, die sämtliche gemessenen Punkte in der Untergruppe enthalten, bestimmt. Die Punktdaten des Betrachteten Elements müssen von solcher Dichte sein, dass mindestens drei Punkte in jeder Datenuntergruppe enthalten sind. Nachdem das Programm die Geradheit für alle Einheitslängen berechnet hat, wird der ungünstigste gemessene Wert verwendet. Das betrachtete Element besteht die Geradheitstoleranz pro Flächenlänge, wenn der ungünstigste gemessene Wert innerhalb der Toleranz pro Flächeneinheit liegt.



Überprüfen von Geradheit

Berücksichtigte Elemente: Gemessene Gerade, Gemessener Zylinder, AutoGerade, AutoZylinder, Abhängiges Element Gerade und Abhängiges Element Zylinder.

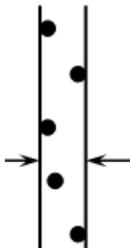
Verwenden von Toleranzrahmen



1. Wählen Sie im Menü **Einfügen | Merkmal** oder aus der Symbolleiste **Merkmal** die Option **Geradheit** aus, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** einzublenden.
2. Wählen Sie im Bereich **Elemente** mindestens ein Geraden- oder Zylinderelement aus, das mindestens drei Datenpunkte (drei Querschnitte) enthält.
3. Definieren Sie im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** den Toleranzwert für den Toleranzrahmen (TR).
4. Wenn Sie die Toleranz auf einer pro Einheitsbasis verfeinern, markieren Sie das Kontrollkästchen **Pro Einheit**. Definieren Sie in der neu hinzugefügten Zeile im Bereich **Toleranzrahmen-Editor** die Toleranz und Größe der Einheit.
5. Klicken Sie auf **Erzeugen**, um das Geradheitsmerkmal zu berechnen.
6. Klicken Sie auf **Schließen**, um das Dialogfeld **XactMeasure FLT** zu schließen.
7. Die Ergebnisse können Sie einsehen, indem Sie das Statusfenster (**Anzeige | Andere Fenster | Statusfenster**) oder das Protokollfenster (**Anzeige | Protokollfenster**) aufrufen. Wenn das Zylinderelement die Toleranz für die Zylindrizität verfehlt, dann zeigt PC-DMIS den Text in **rot** an.

Geradheit einer Geraden

Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
LIN1	0.0005	0.0000	0.0010		0.0005	0.0000	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>

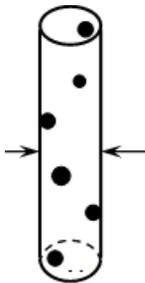


Der gemessene Wert ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Geraden, die sämtliche Punkte (Messpunkte) der berücksichtigten Gerade enthalten. Die Geradheitstoleranz wird bestanden, wenn der gemessene Wert innerhalb der Toleranz liegt.

Geradheit einer Achse

FCFSTRA2	IN	— 0.001 @					
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL2	0.0006	0.0000	0.0010		0.0006	0.0000	0.0050

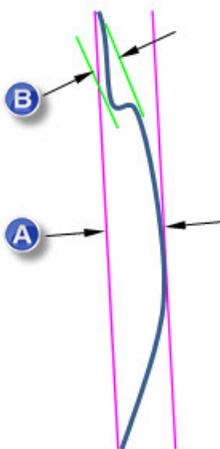
FCFSTRA2 Size	IN	1X 0.375 0.005/0.005					
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL2	0.3750	0.3750	0.0050	0.0050	0.0000	0.0000	0.0050



Der gemessene Wert ist der Minstdurchmesser eines Zylinders, der sämtliche Punkte der berücksichtigten, abgeleiteten Gerade enthält. Die Geradheitstoleranz wird bestanden, wenn der gemessene Wert innerhalb der Toleranz plus dem MMC/LMC-Größen bonus liegt.

Geradheit einer Geraden Pro Einheitslänge

FCFSTRA3	IN	— .005	— .001 / 1				
Feature	MEAS	NOMINAL	+TOL	-TOL	DEV	OUTTOL	BONUS
LIN2	0.0008	0.0000	0.0050		0.0008	0.0000	
PER UNIT	0.0004	0.0000	0.0010		0.0004	0.0000	



Verwenden von Toleranzrahmen

(A) Der gemessene Wert für das obere Segment ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Geraden, die sämtliche Punkte (Messpunkte) der berücksichtigten Gerade über die Länge der Geraden enthalten.

(B) Der gemessene Wert für das untere Segment ist der Mindestabstand zwischen zwei parallelen Geraden der 'pro Einheitslänge'. Dies ist die schlechteste Abweichung unter allen 'pro Einheitsfläche'-Segmenten.