

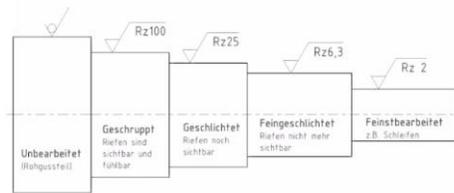
Nutzen & Vorteile

bei Kenntnis der Messunsicherheit

Lösung für Praktiker für Anwendungen im industriellen Umfeld und in Messräumen:

VCMM – User wurde entwickelt mit einem **maximalen Bedienkomfort** für KMG-Anwender, die **Messunsicherheiten schnell**, mit **minimalem Aufwand** und **hohem Automatisierungsgrad** ermitteln müssen (oder wollen).

Der Anwender muss lediglich eine Information zur Rauheit der Oberflächen (z.B. aus Zeichnung, einer Messung oder über Angabe des Bearbeitungsverfahrens) eingeben und kann die Berechnung direkt starten. Er braucht keine Fachkenntnisse bezüglich Verfahren und Methoden zur Ermittlung von Messunsicherheiten.

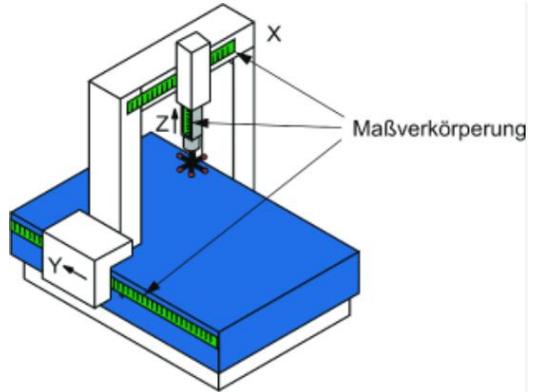


AfM VCMM-User		Datum		AfM			
Prüfplan	Multi_Feature_Check_EP_VCMM_User_V6	18.11.2024		ACCURACY FOR MACHINES			
Messsoftware	Calypto	Zeit	18:26:35	VCMM-User Version	1.24 Beta 9081		
Prüfer	KlausBanzhaf	KMG	Prismo 12/18/7 eumetron ohne RT	KMG-Seriennummer	212751		
	Istwert	Sollwert	Messunsicherh.	Obere Tol.	Untere Tol.	Abweichung	Status
	1.1.01_A1.SL1_ST1+A2.SL1_ST1 0,00377 mm	0,00000 mm	0,00434 mm	0,00566 mm	0,00000 mm	0,00377 mm	67 %
	1.1.02_U.LI2_ST5 0,00207 mm	0,00000 mm	0,00333 mm	0,00667 mm	0,00000 mm	0,00207 mm	31 %
	1.1.03_J.CI1-CI4_ST2+C.CI1-CI2_ST4 0,00270 mm	0,00000 mm	0,00181 mm	0,00819 mm	0,00000 mm	0,00270 mm	33 %
	1.2.01_U.ST5 0,00586 mm	0,00000 mm	0,00387 mm	0,00813 mm	0,00000 mm	0,00586 mm	72 %
	1.2.02_F.ST4 0,00560 mm	0,00000 mm	0,00448 mm	0,00552 mm	0,00000 mm	0,00560 mm	101 %
	1.3.01_A2.CH1_ST4 0,00800 mm	0,00000 mm	0,00441 mm	0,01059 mm	0,00000 mm	0,00800 mm	76 %
	1.3.02_H.CI1_ST4 0,00526 mm	0,00000 mm	0,00428 mm	0,01072 mm	0,00000 mm	0,00526 mm	49 %

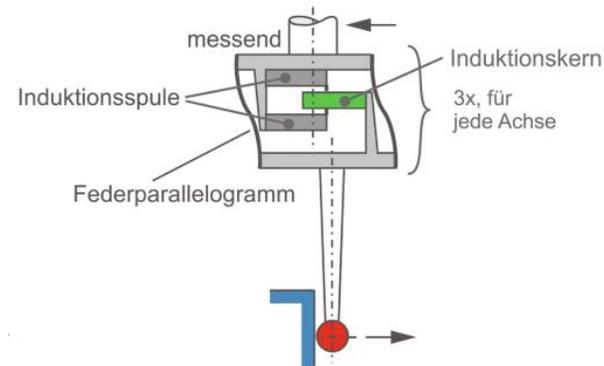
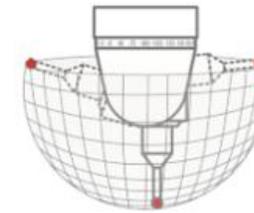
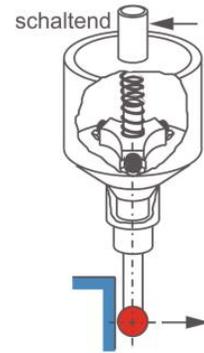
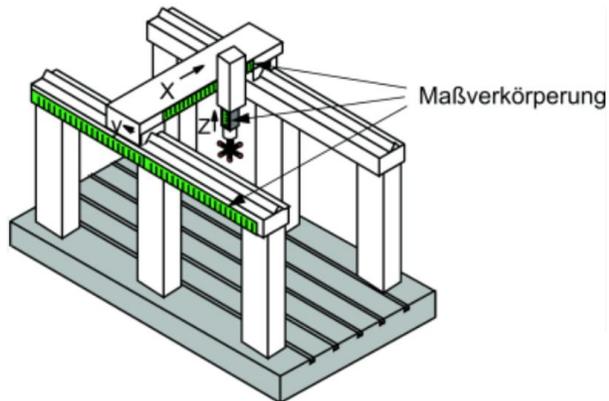
VCMM – User ist für ein breites Nutzerspektrum anwendbar:

Geeignet für KMG in Portal- und Brückenbauweise mit taktilen Messkopfsystemen, die in einer Messraum- oder Fertigungsumgebung betrieben werden

Portalbauweise



Brückenbauweise



VAST XXT



RST-P



XDT



VAST XTR
gold



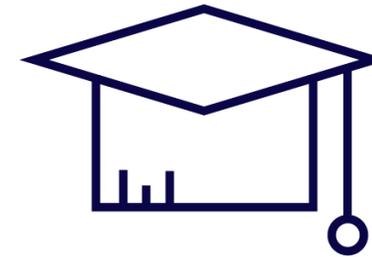
VAST XT
gold



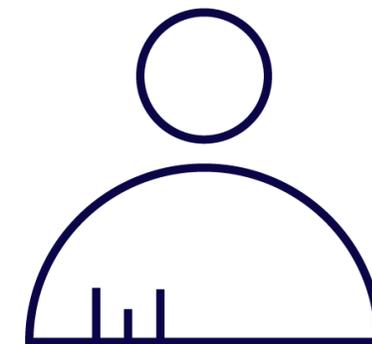
VAST
gold

Geringer Aufwand & direkte Ansprechpartner

Die **Software ist mit geringem Installations- und Schulungsaufwand** (Remote-Installation und Einweisung ca. 0,5 Tage) und ohne Spezialwissen **für normale KMG-Anwender nutzbar**

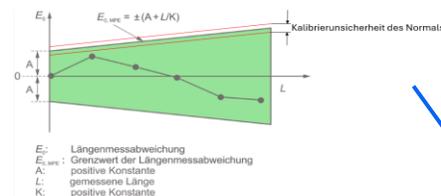


Bei **Problemen und Fragen** zur Interpretation der Ergebnisse unterstützen Sie unsere erfahrenen Experten.



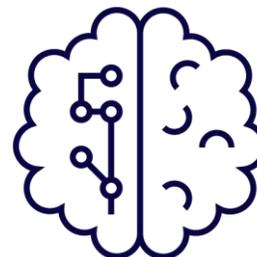
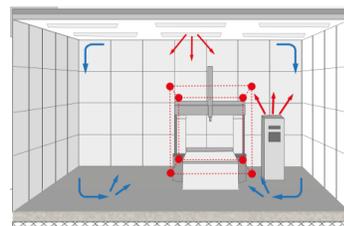
Kostengünstige Lösung

Die Softwarelizenzen sind preiswert und werden von AfM auf das jeweilige KMG und seine spezifischen Umgebungsbedingungen vorkonfiguriert.



Messraumgüteklasse	1	2	3	4
Bezeichnung	Präzisionsmessraum	Feinmessraum	Standardmessraum	Fertigungsnaher Messraum
Typische Messaufgabe	Kalibrierung von Normalen	Kalibrierungsaufgaben	Präzisionsmessung	Fertigungs begleitende Messung
Grundtemperatur	Standardreferenztemperatur z.B. 20 °C	je nach Festlegung	je nach Festlegung	je nach Festlegung
Zulässige Grenzabweichung	± 0,4 K	± 0,8 K	± 2,0 K	± 3,0 K
Zusätzliche Temperaturänderung				
pro Stunde	0,2 K/h	0,4 K/h	1,0 K/h	2,0 K/h
pro Tag	0,4 K/d	0,8 K/d	2,0 K/d	3,0 K/d
Räumliche Temperaturunterschiede				
K/m	0,2 K/m	0,3 K/m	0,5 K/m	1,0 K/m

Güteklasseneinteilung gemäß Auszug aus der VDI/VDE 2627-1



AfM VCMM – User
 Software zur Berechnung der Messunsicherheit von Prüfmerkmalen

Der **Anwender erhält** mit der Software **einen 2-teiligen Validierungsbericht** (allgemeiner Teil und KMG-spezifischer Teil) für sein individuelles KMG.

Hierdurch wird sichergestellt, dass die Berechnungsalgorithmen geprüft sind und realitätsnahe Ergebnisse liefern.

AfM Validierung - Vergleich Grenzwert zu VCMM-User

Stufenendmaß Stahl Nennmaß in mm	Grenzwert MPE $0,7 \mu\text{m} + 2,5 \times 10^{-6} \times L$ in μm	Grenzwert MPE plus 20 % in μm	Messunsicherheit $U_{\text{VCMM-User}}$ in μm	V_{MPE} -Faktor
20	0,75	0,90	1,49	0,60
60	0,85	1,02	1,50	0,68
100	0,95	1,14	1,48	0,77
140	1,05	1,26	1,69	0,75
180	1,15	1,38	1,58	0,87
220	1,25	1,50	1,83	0,82
260	1,35	1,62	1,89	0,86
300	1,45	1,74	2,06	0,85
340	1,55	1,86	2,37	0,79
380	1,65	1,98	2,25	0,88
420	1,75	2,10	2,66	0,79

AfM Validierung - Vergleich Grenzwert zu VCMM-User

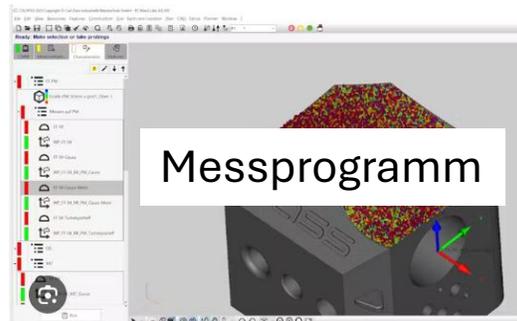
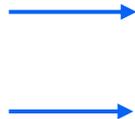
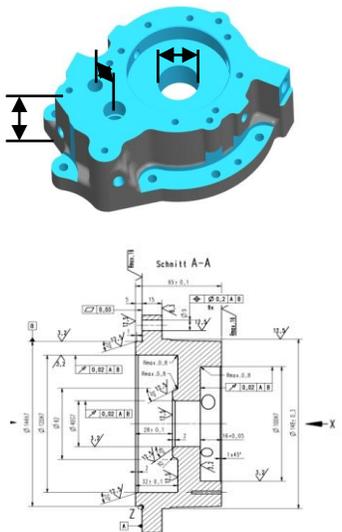
Multi-Feature-Check aus Aluminium im Scanningverfahren Prüfmerkmal	Messunsicherheit U_{VCMM} in μm bzw. Winkel* in μrad	Messunsicherheit $U_{\text{VCMM-User}}$ in μm bzw. Winkel* in μrad	Vergleichsfaktor V für die Messunsicherheit
DIN Geradheit auf Mantellinie	0,88	1,30	0,68
DIN Ebenheit auf quadr. Bahnen	0,79	1,11	0,71
DIN Rundheit außen	1,26	1,88	0,67
DIN Zylinderform mit Mantellinien	1,37	2,11	0,65
Distanz zwischen zwei Bohrungen	0,33	0,38	0,87
Kegelwinkel innen	4,56	4,75	0,96
Winkel zwischen zwei Bohrungen	12,65	18,13	0,70
DIN Parallelität von Ebenen	1,81	2,19	0,82
DIN Rechtwinkligkeit von Ebenen	1,42	1,80	0,79
DIN Neigung einer Fläche	1,39	1,51	0,92
DIN Position Zylinder polar	1,52	2,31	0,66
DIN Symmetrie von zwei Flächen	2,47	3,95	0,63
DIN Konzentrität des Bohrbildes	0,87	1,30	0,67
DIN Koaxialität von Achsen	3,12	4,93	0,63
DIN Einzelrundlauf	1,59	2,12	0,75
DIN Summenplanlauf	2,89	3,56	0,81

Messunsicherheit Bindeglied zwischen Konstruktion und Messtechnik

Zur prüfmerkmalspezifischen Berechnung der Messunsicherheiten ist **nur der CALYPSO Prüfplan (= Messprogramm) erforderlich**. Real existierende Werkstücke werden zur MU-Berechnung nicht benötigt.



Kritische Prüfmerkmale mit großen Messunsicherheiten **können** hierdurch **bereits im Entwicklungsstadium** neuer Produkte (wenn noch keine Bauteile existieren) **erkannt werden** und es können Maßnahmen zur Verbesserung eingeleitet werden.



AfM VCMM-User		Datum		AfM		
Prüfplan	Multi_Feature_Check_EP_VCMM_User_V6	18.11.2024		ACCURACY FOR MACHINES		
Messsoftware	Calypso	Zeit	18:26:35	VCMM-User Version	1.24 Beta 9081	
Prüfer	KlausBanzhaf	Prüfer	KMG	KMG-Seriennummer	212751	
			Prismo 12/18/7 eumetron ohne RT			
Istwert	Sollwert	Messunsicherh.	Obere Tol.	Untere Tol.	Abweichung	Status
1.1.01_A1_SL1_ST1+A2_SL1_ST1	0.00377 mm	0.00000 mm	0.00434 mm	0.00000 mm	0.00377 mm	67 %
1.1.02_U_LI2_ST5	0.00207 mm	0.00000 mm	0.00333 mm	0.00000 mm	0.00207 mm	31 %
1.1.03_I_C11-CI4_ST2+C.C11-CI2_ST4	0.00270 mm	0.00000 mm	0.00181 mm	0.00000 mm	0.00270 mm	33 %
1.2.01_U_ST5	0.00586 mm	0.00000 mm	0.00387 mm	0.00000 mm	0.00586 mm	72 %
1.2.02_F_ST4	0.00560 mm	0.00000 mm	0.00448 mm	0.00000 mm	0.00560 mm	101 %
1.3.01_A2_C11_ST4	0.00800 mm	0.00000 mm	0.00441 mm	0.01059 mm	0.00800 mm	76 %
1.3.02_H_C11_ST4	0.00526 mm	0.00000 mm	0.00428 mm	0.01072 mm	0.00526 mm	49 %

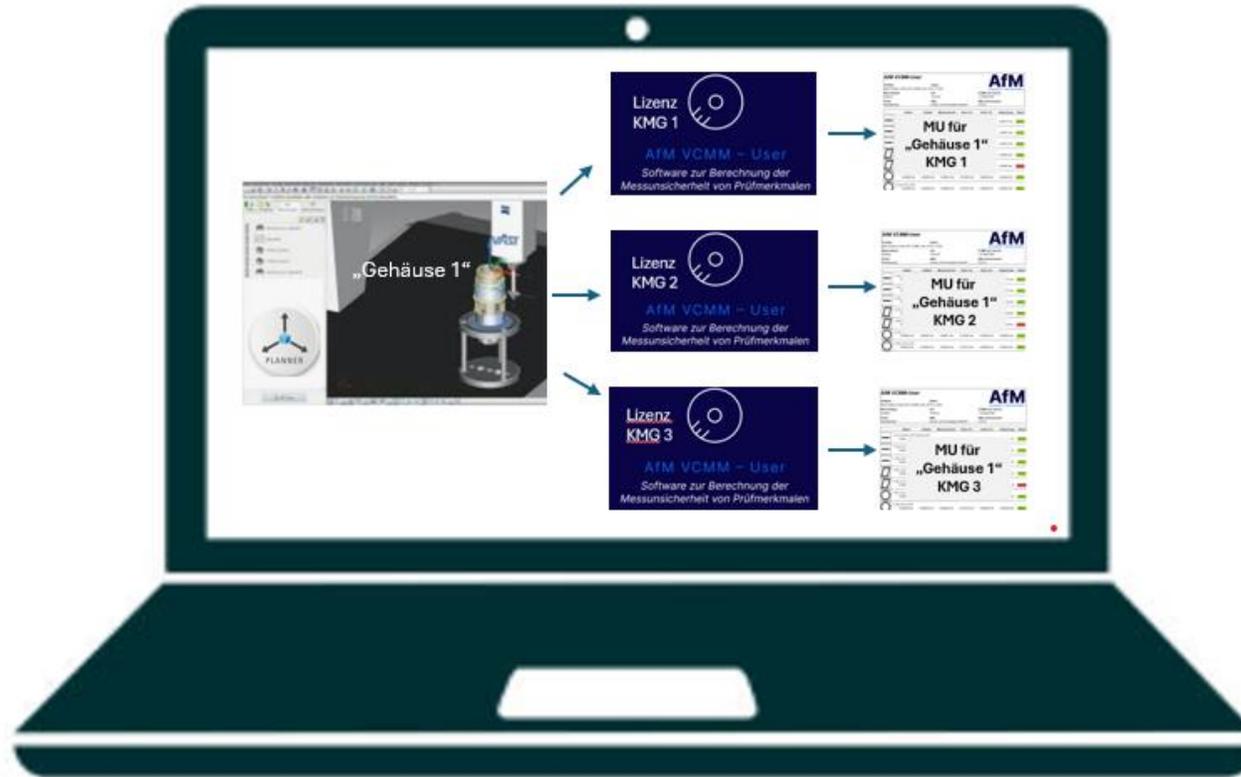
MU-Berechnungen können an einer Offline Station erfolgen

KMG werden hierdurch nicht blockiert. Auf der Offline Station kann mit VCMM-Lizenzen für beliebig viele verschiedene KMG gearbeitet werden.

KMG 1



KMG 2



KMG 3



KMG n

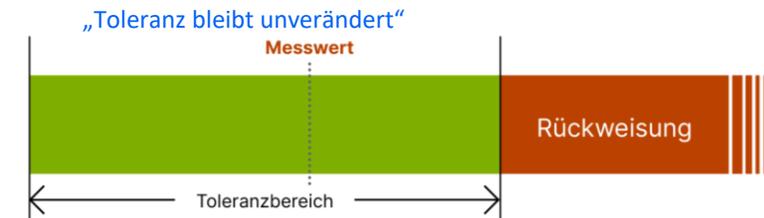


Messwerte können jederzeit mit den KMG spezifischen Messunsicherheiten des zugehörigen Messprogramms **verknüpft und** nach unterschiedlichen Verfahren **ausgewertet werden**

Istwert	Sollwert	Messunsicherh.	Obere Tol.	Untere Tol.	Abweichung	Status
---------	----------	----------------	------------	-------------	------------	--------

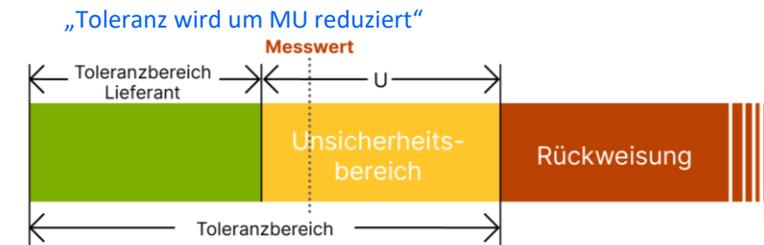
1. Bewertung **ohne** Berücksichtigung der Messunsicherheit (*nur Toleranzbetrachtung*)

	1.2.02_F_ST4	0,00560 mm	0,00000 mm	0,00569 mm	0,01000 mm	0,00000 mm	0,00560 mm	56 %
---	--------------	------------	------------	------------	-------------------	------------	------------	------



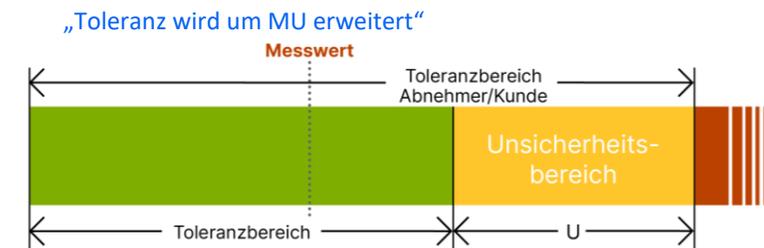
2. ISO 14253-2 Bewertung **mit** Berücksichtigung der Messunsicherheit (*Anforderung an Lieferanten*)

	1.2.02_F_ST4	0,00560 mm	0,00000 mm	0,00569 mm	0,00431 mm	0,00000 mm	0,00560 mm	130 %
---	--------------	------------	------------	------------	-------------------	------------	------------	-------

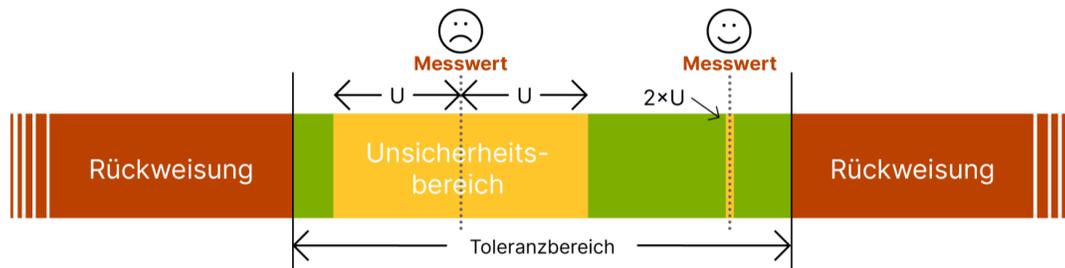


3. ISO 14253-2 Bewertung **mit** Berücksichtigung der Messunsicherheit (*Anforderung an Abnehmer / Kunde*)

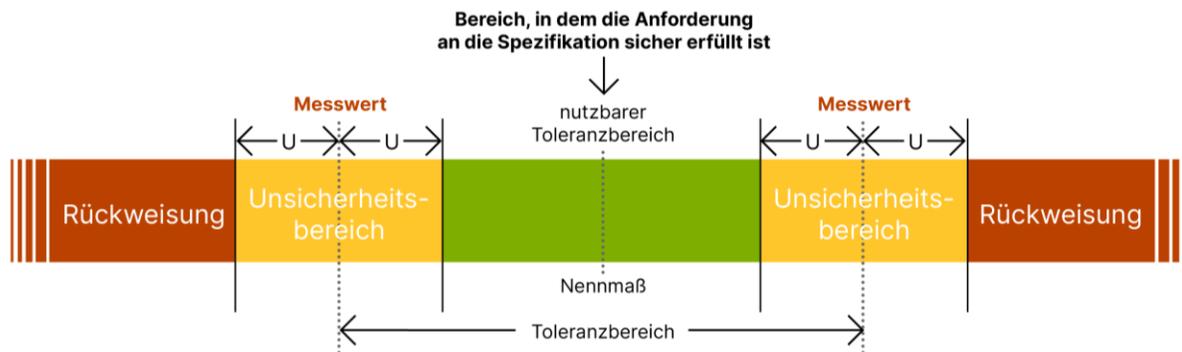
	1.2.02_F_ST4	0,00560 mm	0,00000 mm	0,00569 mm	0,01569 mm	0,00000 mm	0,00560 mm	36 %
---	--------------	------------	------------	------------	-------------------	------------	------------	------



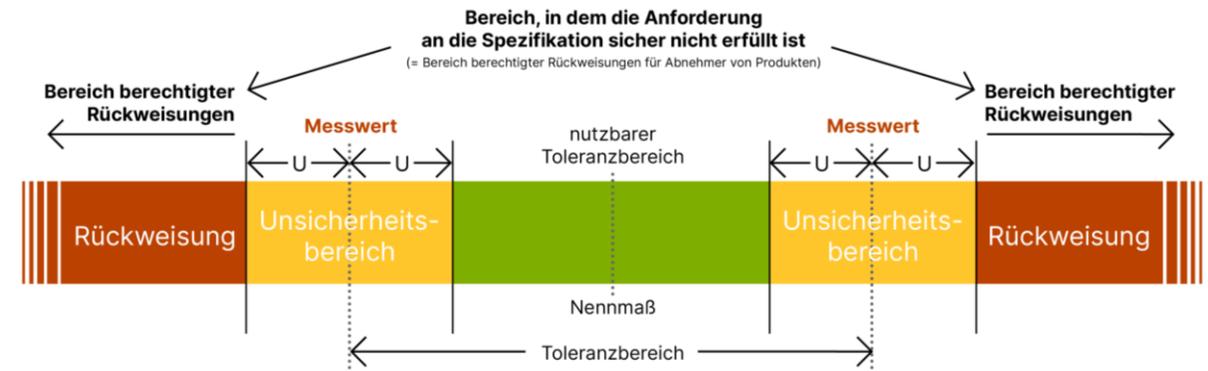
Durch die Kenntnis der Messunsicherheit erhalten Sie für alle Prüfmerkmale **vollständige Messergebnisse** (also **Messwert plus zugehörige Messunsicherheit**) und erfüllen hierdurch die Anforderungen der DIN 1319. Solche vollständigen **Messergebnisse** sind im Gegensatz zu den reinen **Messwerten** in Messprotokollen (= bisherige Information aus den verfügbaren Messsoftwarepaketen) qualitativ bewertbar.



Anforderung an Lieferanten gemäß ISO 14253-1



Anforderung an Abnehmer gemäß ISO 14253-1



Die berechneten **Messunsicherheiten** können mit **realen Messwerten von Werkstücken** aus dem zugehörigen CALYPSO Prüfplan **verknüpft und bei der Auswertung berücksichtigt werden**. Dies ermöglicht es Ihnen Konformitätsbewertungen gemäß DIN / ISO 14253 durchzuführen.

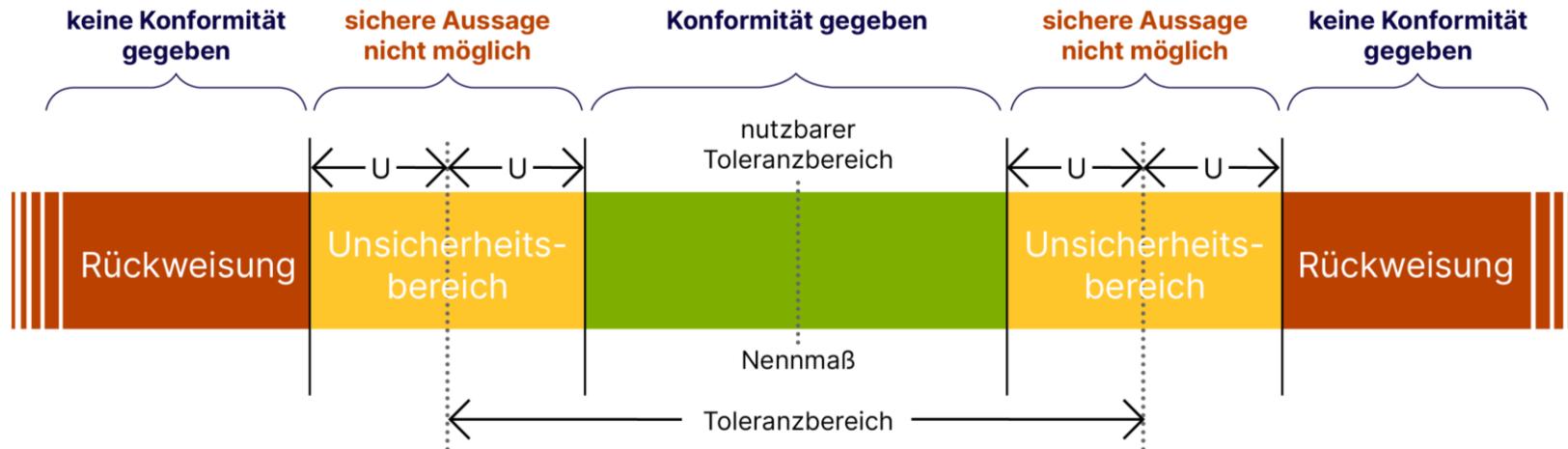
Konformitätsbewertungen sind abgesicherte Aussagen darüber, **ob die** bei den Prüfmerkmalen hinterlegten **Toleranzen**, auch unter Berücksichtigung der Messunsicherheit, **sicher eingehalten** werden (Anforderung an den Lieferanten) **oder sicher nicht einhalten werden** (Voraussetzung für Rückweisungen bei der Wareneingangsprüfung).

AfM VCMM-User		AfM ACCURACY FOR MACHINES	
Prüfplan	Datum		
Multi_Feature_Check_EP_VCMM_User_V6	18.11.2024		
Messsoftware	Zeit	VCMM-User Version	
Calypso	18:26:35	1.24 Beta 9081	
Prüfer	KMG	KMG-Seriennummer	
KlausBanzhaf	Prismo 12/18/7 eumetron ohne RT	212751	

	Istwert	Sollwert	Messunsicherh.	Obere Tol.	Untere Tol.	Abweichung	Status
	1.1.01_A1.SL1_ST1+A2.SL1_ST1 0,00377 mm	0,00000 mm	0,00434 mm	0,00566 mm	0,00000 mm	0,00377 mm	67 %
	1.1.02_U.LI2_ST5 0,00207 mm	0,00000 mm	0,00333 mm	0,00667 mm	0,00000 mm	0,00207 mm	31 %
	1.1.03_I.CI1-CI4_ST2+C.CI1-CI2_ST4 0,00270 mm	0,00000 mm	0,00181 mm	0,00819 mm	0,00000 mm	0,00270 mm	33 %
	1.2.01_U_ST5 0,00586 mm	0,00000 mm	0,00387 mm	0,00813 mm	0,00000 mm	0,00586 mm	72 %
	1.2.02_F_ST4 0,00560 mm	0,00000 mm	0,00448 mm	0,00552 mm	0,00000 mm	0,00560 mm	101 %
	1.3.01_A2_CI1_ST4 0,00800 mm	0,00000 mm	0,00441 mm	0,01059 mm	0,00000 mm	0,00800 mm	76 %
	1.3.02_H.CI1_ST4 0,00526 mm	0,00000 mm	0,00428 mm	0,01072 mm	0,00000 mm	0,00526 mm	49 %

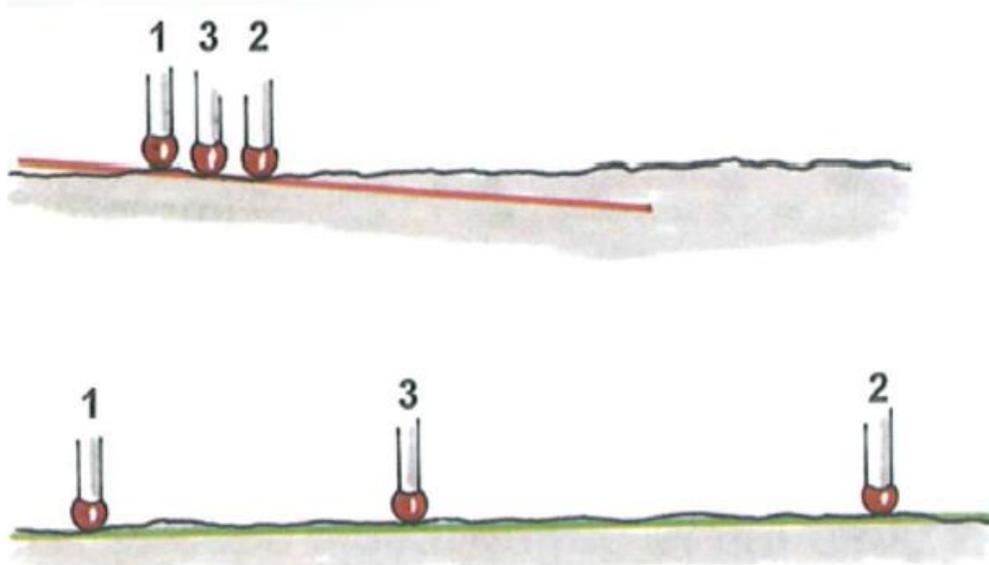
Die Kenntnis der Messunsicherheit ermöglicht Konformitätsbewertungen und vereinfacht Diskussionen über die „Richtigkeit“ von Messwerten mit Lieferanten oder Kunden, da erst durch die Kenntnis der Messunsicherheit eine **qualitative Bewertung der Ergebnisse** möglich wird.

Konformitätsbewertungen ermöglichen eine abgesicherte Aussage bezüglich der Einhaltung und der Nicht-Einhaltung von Spezifikationen



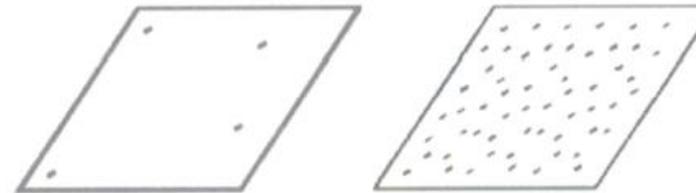
Vorhandene Prüfpläne können bezüglich der verwendeten Mess- und Auswertestrategien sowie der gewählten Bezugssysteme qualitativ optimiert werden. Die sich nach Veränderungen ergebende Messunsicherheit zeigt direkt den Erfolg (= kleinere MU) oder Misserfolg (= größere MU) der Maßnahme.

Beispiel: Einfluss der Antaststrategie bei Ebenen



ungleichmäßig
verteilte Antastpunkte
erfassen die Ist-
Geometrie schlecht

gleichmäßig verteilte
Antastpunkte
erfassen die Ist-
Gestalt gut



wenige Antastpunkte
erfassen die Ist-
Geometrie schlecht

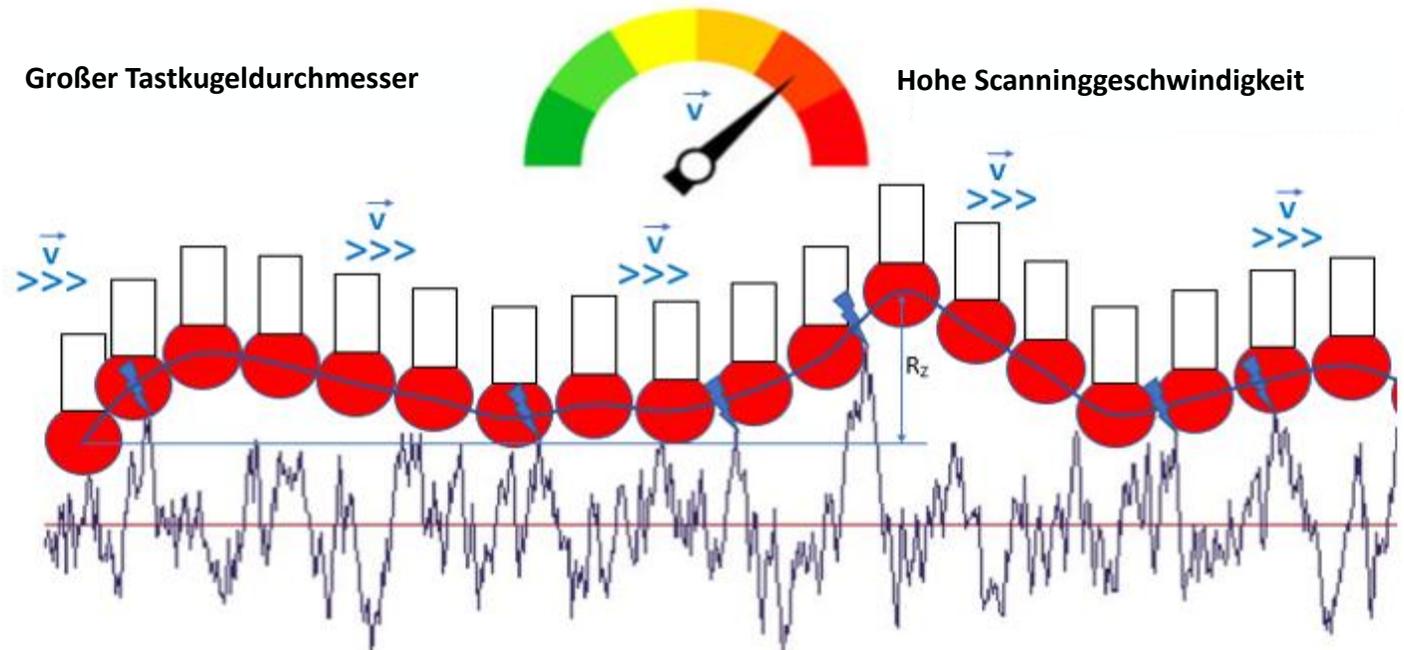
viele Antastpunkte
erfassen die Ist-
Geometrie gut

Quelle: AUKOM

Vorhandene **Prüfpläne können bezüglich ihrer Ablaufdauer optimiert werden** (z.B. höhere Scanninggeschwindigkeit; weniger aufwendige Messstrategien; weniger Messpunkte; ...) solange sich hierdurch die MU des jeweiligen Prüfmerkmals nicht unzulässig erhöht.

Beispiel Messzeitreduzierung: Bei Messelementen, deren Messpunkte im Scanningverfahren erfasst werden und deren Prüfmerkmale eine sehr geringe MU haben, kann bei Bedarf die Scanninggeschwindigkeit (bis max. 20 mm/s) gezielt so lange erhöht werden, bis die Messunsicherheit eine nicht mehr zulässige Größe erreicht.

Je größer die Tastkugel und je höher die Scanninggeschwindigkeit, desto kleiner der Rauheitseinfluss und desto größer die Unsicherheit der Messung.



Sie können **Kosten für die DAkKS- Kalibrierung von Referenzwerkstücken und für aufwendige Messreihen einsparen**, die bisher zur Ermittlung von Messunsicherheiten für Eignungsprüfungen (wie z.B. Prüfprozesseignung, MSA, ...) erforderlich waren.

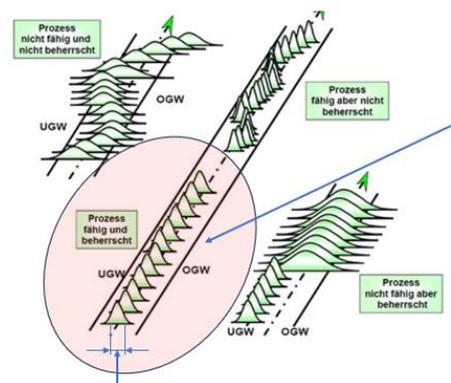
Beispiel Prüfprozesseignung nach VDA 5; VDI 2617 Blatt 8:

- Die mit VCMM – User berechneten Messunsicherheiten (MU) aus VCMM – User können in vielen Fällen direkt für die Beurteilung der Prüfprozesseignung genutzt werden
- Aufwendige Messreihen an DAkKS kalibrierten Werkstücken zur Ermittlung der MU können hierdurch häufig entfallen und externe Kalibrierkosten gesenkt werden
- Ein Prüfprozess wird als geeignet bewertet, wenn die tatsächliche vorhandene, erweiterte Messunsicherheit kleiner als ein vorgegebener, maximal zulässiger Grenzwert „Gpp“ ist
- Für die Beurteilung der Prüfprozesseignung wird für jedes Prüfmerkmal von einer Entscheidungsstelle (Konstruktion, QM, ...) ein maximal zulässiger Grenzwert Gpp für die tatsächlich vorhandene, erweiterte MU (=gpp) festgelegt. Gpp wird hierbei angegeben in % bezogen auf den jeweiligen Spezifikationsbereich bzw. den Toleranzbereich. **Beispiel:** Gpp = 0,25 bedeutet eine maximal zulässige Gesamt-MU (erweiterte Messunsicherheit) von kleiner / gleich 25% der Toleranz.
- **gpp** sollte nach Möglichkeit deutlich kleiner als **Gpp** sein, da Prozesse mit Gpp größer / gleich 30 % als „nicht fähig“ gelten und somit der gewählte Prüfprozess als nicht geeignet.

$$G_{pp} \gg g_{pp}$$

Ermittlung der Prüfprozesseignung

$$g_{pp} = \frac{(2 \times U)}{T} < 0,3$$



Fähige und beherrschte Prozesse sind die Basis für geringen Ausschuss und dauerhaft hohe Qualität

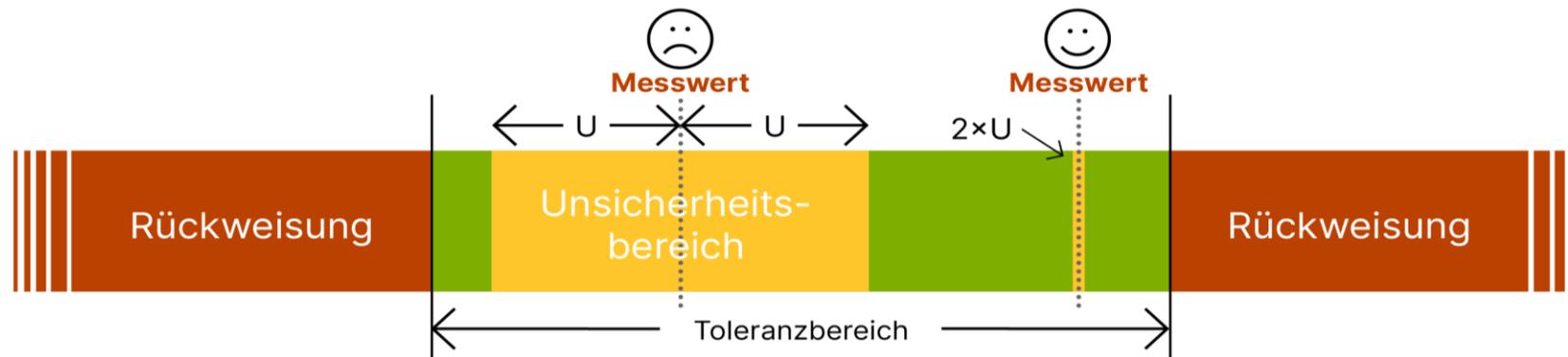
Um fähige Prozesse realisieren zu können sollte die Messunsicherheit deutlich kleiner als 30% der Gesamt toleranz sein

Sie können mit **VCMM – User Referenzwerkstücke für messtechnische Untersuchungen und Eignungsprüfungen selber „kalibrieren“**, sofern die realisierbaren Messunsicherheiten für die benötigten Genauigkeitsanforderungen ausreichen.

Für solche Anwendungen entsprechen die erzielten Messunsicherheiten den „Kalibrierunsicherheiten“ der Prüfmerkmale für das Referenzwerkstück (= „Normal“). Diese Vorgehensweise ist sinnvoll, wenn die Messunsicherheiten aus VCMM – User im Vergleich zu den zu vorgegebenen Toleranzen, die auf einem anderen (ungenaueren) Messsystem geprüft werden sollen, sehr klein sind. In solchen Fällen können die mit VCMM- User „kalibrierten“ Referenzwerkstücke für die Beurteilung der Prüfprozesseignung von weniger genauen Messgeräten verwendet werden.

Wikipedia:

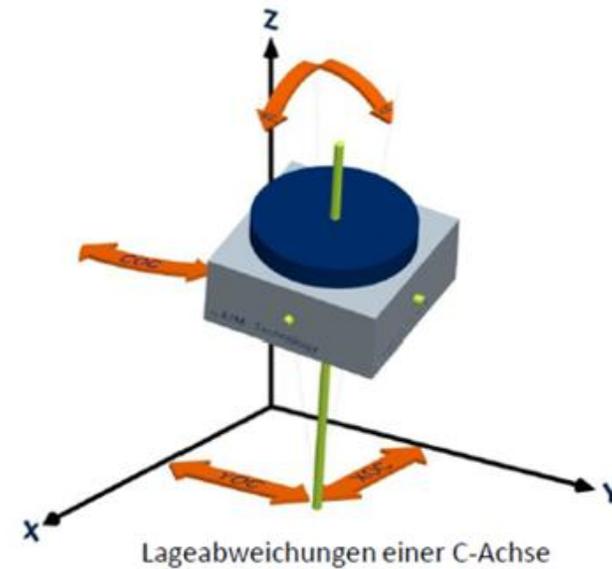
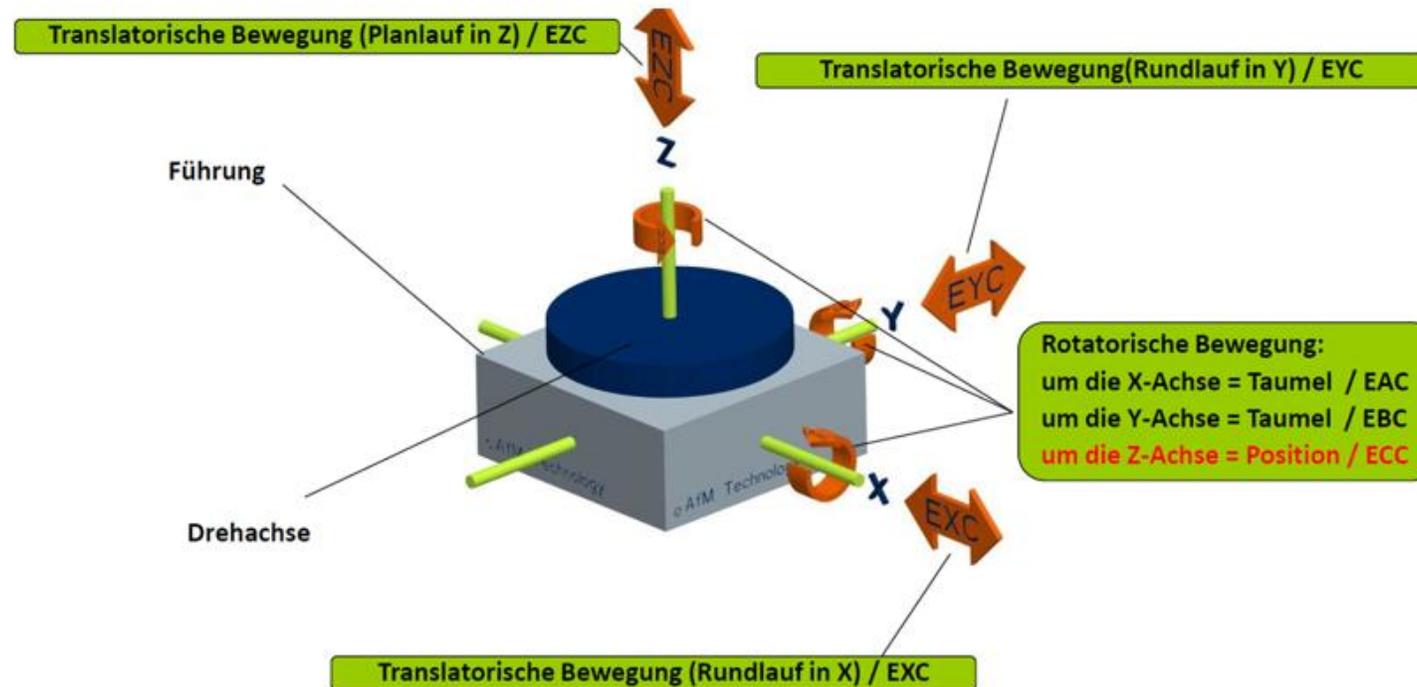
Kalibrierung (in Anlehnung an das englische Wort *calibration* auch **Kalibration**) in der Messtechnik ist ein [Messprozess](#) zur Feststellung und Dokumentation der Abweichung von Anzeigewerten eines [Messgerätes](#) oder einer [Maßverkörperung](#) gegenüber denjenigen von einem anderen Gerät oder einer anderen Maßverkörperung, die in diesem Fall als [Normal](#) bezeichnet werden.



Mit VCMM – User können auch **Messunsicherheiten für Prüfpläne mit Drehtischmessungen** berechnet werden.

Dies ist mit den anderen, bisher am Markt verfügbaren VCMM- Modulen nicht möglich, da diese Lösungen das zusätzliche Fehlermodell für Drehachsen nicht berücksichtigen.

Geometrieabweichungen (Fehler) in Drehachsen



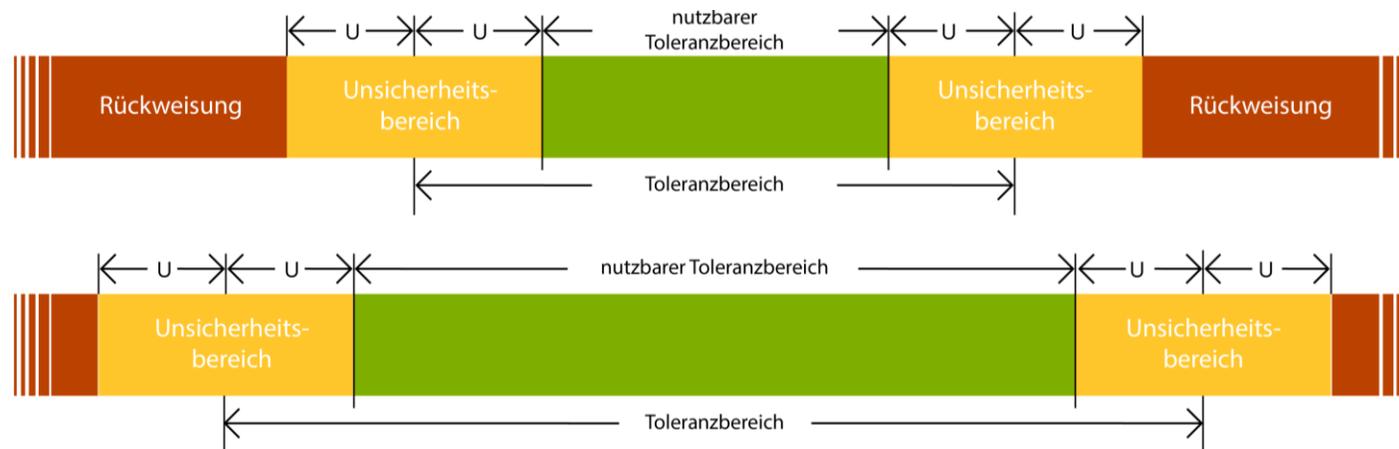
VCMM – User kann helfen Angsttoleranzen zu identifizieren

Wenn Prüfmerkmale, die mit großen Messunsicherheiten behaftet sind, noch nie zu Rückfragen, Problemen oder Reklamationen geführt haben, dann kann eine Diskussion über die Größe der Toleranzzone angebracht sein.

Grund: Obwohl aufgrund der großen Messunsicherheit relativ viele Messwerte außerhalb der Toleranz liegen (müssen), erfüllt das Prüfmerkmal dennoch seine Anforderungen.

Je nach Funktion des Prüfmerkmals kann eine größere Toleranzzone in manchen Fällen ein günstigeres Herstellungsverfahren und somit eine Senkung von Herstellkosten bewirken.

Wenn das bisherige Herstellungsverfahren beibehalten und die Toleranz praxisgerecht erhöht wird, lassen sich in jedem Fall Diskussionen über zu hohe Messunsicherheiten vermeiden und es können mehr Gutteile mit Messwerten im nutzbaren Toleranzbereich produziert werden.



Erhöhte Auditsicherheit durch die Kenntnis der Messunsicherheiten

Die Kenntnis der Messunsicherheit ist die Grundlage für eine qualitative Bewertung von Messwerten. Messprozesse können hierdurch optimiert und abgesichert werden und es ist möglich nachzuweisen, dass mit bestmöglichen Lösungen und Prozessen, bezogen auf die vorhandene Messtechnik-Hardware und Software gearbeitet wird.

Hierdurch wird die Qualität der Koordinatenmesstechnik auf ein neues und deutlich höheres Qualitätslevel als bisher gehoben.

Abgesicherte Konformitätsbewertungen sind möglich und können bei Reklamationen ein entscheidender Faktor sein!