

Toleranzband ausnutzen – Ausschuss reduzieren

Warum genaue Koordinatenmessgeräte immer von Vorteil sind

Für sichere und effiziente Messungen ist die Messprozesseignung des Messmittels allein nicht ausreichend. Durch ein Koordinatenmessgerät mit möglichst geringen Messabweichungen lassen sich unnötige Fertigungskosten vermeiden. Es bildet die Grundlage für die Definition einer Vertragstoleranz, die die reibungslose Zusammenarbeit zwischen Lieferant und Abnehmer ermöglicht.

Dr.-Ing. Schirin Heidari Bateni

Damit die Messergebnisse sicher innerhalb des Toleranzbands liegen, wird häufig ein Verhältnis von Messunsicherheit zu Toleranz von höchstens 1:10 für die Messprozesseignung gefordert. Zur Schätzung der Messunsicherheit können verschiedene Verfahren herangezogen werden. Bei dem sogenannten Messunsicherheitsbudget handelt es sich um die mathematische Überlagerung der einzeln abgeschätzten Fehleranteile aus Gerät, Werkstück, Bediener und Umgebung.

Für taktile Geräte kann die Messunsicherheit anhand einer Simulation der Messung geschätzt werden. Neben dem Messen kalibrierter Werkstücke ist die Messgerätefähigkeitsanalyse mit mehreren realen Werkstücken zur Prüfung der Reproduzierbarkeit und Rückführbarkeit der Messung weit verbreitet.

Messunsicherheit und Fertigungskosten

An den für eine geometrische Eigenschaft in der Zeichnung spezifizierten Toleranzgrenzen ist innerhalb der Messunsicherheit des



Bild 1. Multisensor-Koordinatenmessgerät mit geringen Messunsicherheiten durch spannungskonstantes Führungssystem

© Werth

INFORMATION & SERVICE

AUTOR

Dr.-Ing. Schirin Heidari Bateni ist verantwortlich für die Technische Redaktion bei der Werth Messtechnik GmbH, Gießen.

LITERATUR

- 1 Christoph, R.; Neumann, H. J.: Zweierlei Maß? Messunsicherheit im Fertigungsprozess, QZ 48 (2003) 6, S. 625–627

KONTAKT

Werth Messtechnik GmbH
T 0641 7938-0
mail@werth.de
www.werth.de

Messgeräts keine eindeutige Aussage zur Funktionsfähigkeit des Werkstücks möglich. Werkstücke, deren Messwert gerade noch innerhalb der spezifizierten Toleranzen liegt, könnten diese in Wirklichkeit bereits überschreiten. Liegt der Messwert knapp außerhalb der Toleranzen, könnte sich der wahre Wert dagegen noch innerhalb des Toleranzbands befinden. Auf diese Weise können fehlerhafte Werkstücke freigegeben und funktionsfähige verworfen werden.

Werden alle potenziell fehlerhaften Werkstücke als Ausschuss deklariert, entstehen hohe Materialkosten. Diese steigen mit zunehmender Messunsicherheit des Koordinatenmessgeräts, da immer mehr Werkstücke nicht eindeutig zu beurteilen sind und daher verworfen werden müssen. Die zusätzlichen Kosten für den so entstehenden Ausschuss lassen sich durch die Berücksichtigung der Messunsicherheiten bei den Vertragstoleranzen vermeiden. Hierzu wird die in der Zeichnung für die jeweilige geometrische Eigenschaft spezifizizierte Toleranz um die Messunsicherheit des Koordinatenmessgeräts verringert.

Das Toleranzband ist also umso größer und damit die Fertigungskosten umso geringer, je geringer die Messunsicherheit des Geräts ist. Aufgrund der höheren Toleranzen können weniger genaue Fertigungsmaschinen eingesetzt werden. Da größere Abweichungen toleriert werden, lassen sich die Standzeiten optimal ausnutzen. Es sind weniger Eingriffe zur Korrektur des Fertigungsprozesses notwendig. Durch weniger Ausschuss ergeben sich geringere Materialkosten für den Abnehmer, durch sicheres Erkennen fehlerhafter Werkstücke geringere Folgekosten für den Lieferanten. Die einmalige Investition in ein hochwertiges Koordinatenmessgerät amortisiert sich durch geringere Kosten für meist mehrere, weniger genaue Fertigungsmaschinen und jahrzehntelange geringere Fertigungskosten.

Hochgenaue Koordinatenmessgeräte können für kleine Messbereiche in Kreuztisch-Bauweise mit spannungskonstantem Führungssystem aufgrund einer Vorspannung durch Magnet- und Schwerkraft (Bild 1) und für größere Messbereiche in der stabilen Bauweise mit festem Portal und mehreren unabhängigen Sensorachsen realisiert werden. Nur bei ausreichend geringen Längmessabweichungen des Geräts ist der Einsatz von Sensoren mit geringen Antastabweichungen sinnvoll. So lassen sich die unterschiedlichen Messaufgaben im Unternehmen effizient und wirtschaftlich lösen. Für die Messung rotations-symmetrischer Werkstücke oder den Röntgentomografie-Sensor besteht zudem die Möglichkeit, luftgelagerte Drehachsen mit geringen Rundlaufabweichungen einzubinden. Ein 2D-Gerät ermöglicht hochgenaue „Im Bild“-Messungen in einem durch Überlagerung und Mittelung vieler Einzelbilder entstehenden Gesamtbild (Patent).

Vertragstoleranz

Wenn der Abnehmer sichergehen möchte, dass sich alle Werkstücke innerhalb der Toleranzen befinden, darf er nur Werkstücke annehmen, die um die Messunsicherheit des Messgeräts in der Wareneingangskontrolle unterhalb der spezifizierten Toleranz T_S gemessen werden (Bild 2). Bei einer Messunsicherheit von $\pm 6 \mu\text{m}$ ergibt sich beispielsweise eine Vertragstoleranz T_V von $\pm 44 \mu\text{m}$ statt der in der Zeichnung spezifizierten Toleranz von $\pm 50 \mu\text{m}$. Würde für diese geometrische Eigenschaft des Werkstücks ein Messwert er-

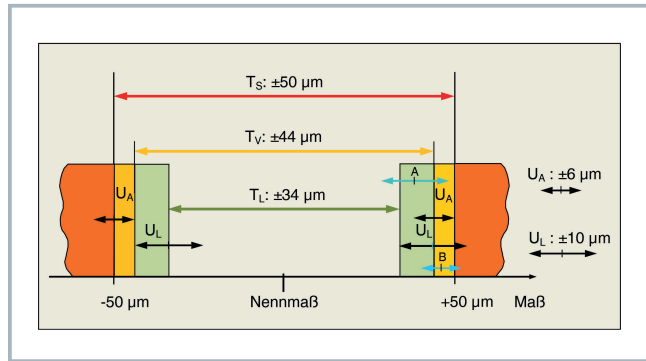


Bild 2. Damit keine Werkstücke aufgrund der Messunsicherheit außerhalb der in der Zeichnung spezifizierten Toleranzgrenzen T_S liegen können (B), müssen diese um die Messunsicherheit der Wareneingangskontrolle U_A auf eine Vertragstoleranz T_V verringert werden. Um die Vertragstoleranz nicht zu überschreiten (A), sollte der Lieferant sie um die Messunsicherheit seines Geräts U_L auf die Toleranz zur Lieferfreigabe T_L verringern. © Werth

mittelt, der zwischen $44 \mu\text{m}$ und $50 \mu\text{m}$ vom Nennmaß abweicht (Bild 2, B), müsste der Abnehmer das Werkstück verwerfen, da es aufgrund der Messunsicherheit von $\pm 6 \mu\text{m}$ außerhalb der spezifizierten Toleranzgrenze von $50 \mu\text{m}$ liegen könnte.

Damit alle Werkstücke beim Abnehmer innerhalb der Vertragstoleranz von $\pm 44 \mu\text{m}$ gemessen werden, ist die Toleranz zur Lieferfreigabe T_L noch niedriger anzusetzen, und zwar um die Messunsicherheit des Messgeräts für die Lieferfreigabe. Bei einer Messunsicherheit von $\pm 10 \mu\text{m}$ folgt also eine Toleranz zur Lieferfreigabe von $\pm 34 \mu\text{m}$ statt der Vertragstoleranz von $\pm 44 \mu\text{m}$. Für den Lieferanten (auch unternehmensintern) besteht die Notwendigkeit, Werkstücke mit Abweichungen vom Nennmaß zwischen $34 \mu\text{m}$ und $44 \mu\text{m}$ zu verwerfen (Bild 2, A), da sie aufgrund der Messunsicherheit von $\pm 10 \mu\text{m}$ außerhalb der Vertragstoleranz liegen könnten. Der Abnehmer könnte dann einen Wert außerhalb der spezifizierten Toleranzgrenze von $50 \mu\text{m}$ messen und das Werkstück zurückweisen.

Die auf Basis der vereinbarten Vertragstoleranz eindeutigen Messergebnisse ermöglichen eine sichere Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Werkstücke. Der Abnehmer bezahlt nur Werkstücke, die auch verwendet werden können. Somit ergibt sich eine reibungslose Zusammenarbeit zwischen Lieferant und Abnehmer. ■

Intelligent Testing
Für Werkstoffe, die die Welt verändern

Zwick / Roell



www.zwickroell.com **AllroundLine bis 250 kN**

Die Herausforderungen an neue Materialien sind enorm: Geringeres Gewicht bei höheren Festigkeitskennwerten. Die AllroundLine hilft Ihnen bei diesen Herausforderungen für Composites: 21 Prüfungen, 115 Normen, 320 ° Temperaturbereich mit nur einer Prüfmaschine.