

Stichworte und Thesen zur Dissertation

Hernla, Michael: Abschätzung der Messunsicherheit bei Koordinatenmessungen unter den Bedingungen der industriellen Fertigung

VDI-Fortschrittberichte Reihe 2, Nr. 274, VDI-Verlag Düsseldorf 1992

Stichworte:

Normung

Form- und Lageabweichungen, Toleranzen, Bezüge und Bezugssysteme, Zeichnungseintragungen

Grundlagen der Theorie der Messabweichungen

Messunsicherheit, Messabweichungen und Messunsicherheit bei Koordinatenmessungen, Fortpflanzung der Unsicherheit

Anwendung der Theorie der Messabweichungen

Vereinfachte Abschätzung der Unsicherheit an Formelementen, Nachweis der richtigen Unsicherheitsschätzung, Anwendungsbeispiele

Verbesserte Abschätzung der Messunsicherheit

Korrelationskoeffizient, Approximation von Kreisprofilen durch angenäherte harmonische Analyse, Approximation durch Polynome, Approximation durch nichtorthogonale trigonometrische Funktionen, Unsicherheit von Ausgleichselementen

Messunsicherheit in der industriellen Fertigung

Anteil des Werkstücks, angrenzende Formelemente, Formabweichungen, Messstrategie, Unsicherheitsanteil des Messgerätes, Tasterunsicherheit, Beispiele

Thesen:

1. Erste Voraussetzung zur eindeutigen Definition der Prüfmerkmale ist die Festlegung eines werkstückeigenen Koordinatensystems in der technischen Zeichnung.
2. Im Gegensatz zu den bestehenden Festlegungen in DIN ISO 1101 sind Lageabweichungen unabhängig von den Formabweichungen zu definieren und zu messen. Das idealgeometrische Ersatzelement ist zum Messergebnis mit anzugeben.
3. Im werkstückeigenen Koordinatensystem können die Lageabweichungen der Ersatzelemente richtungsbezogen definiert werden. Damit ist die Ableitung von Korrekturwerten für die Fertigung möglich.
4. Bei Richtungstoleranzen wird nach DIN ISO 1101 die zulässige Lageabweichung in die Zeichnung eingetragen, die Toleranz hat den doppelten Betrag.
5. Bei Ortstoleranzen wird nach DIN ISO 1101 die Toleranz in die Zeichnung eingetragen und der Betrag der gemessenen Abweichung für den Soll-Ist-Vergleich verdoppelt. Hier ist zu empfehlen, wie bei den Richtungstoleranzen die zulässige Abweichung einzutragen und auf die Umrechnung der Ergebnisse zu verzichten.
6. Die Kennzeichnung des Werkstück-Koordinatensystems erfolgt in Anlehnung an DIN ISO 5459. Die Norm ist durch die Möglichkeit der Toleranzeintragung an Funktionskomplexen von Formelementen zu erweitern. Damit kann auch die Lage von Unterkordinatensystemen toleriert werden.
7. Die Voraussetzung zur Abschätzung der Messunsicherheit sind unabhängige und normalverteilte Antastpunktabweichungen. Die berechneten Parameter sind in der Regel ebenfalls normalverteilt. Eine Ausnahme ist die Messung von Lageabweichungen in beliebiger Richtung. Bei Einhaltung der Goldenen Regel kann aber auch hier die Unsicherheit für die Annahme der Normalverteilung näherungsweise richtig abgeschätzt werden.

8. Die Unsicherheit von Koordinatenmessungen hängt wesentlich von der Anordnung der Antastpunkte ab. Für bestimmte, bevorzugte Messpunktanordnungen können spezielle Lösungen der Messunsicherheitsgleichungen angegeben werden. Damit ist die Unsicherheitsschätzung ohne Rechneinsatz möglich.
9. Für die Fortpflanzung der Messabweichungen lassen sich ebenfalls vereinfachte Gleichungen für typische Fälle angeben. Damit können gleichzeitig Rückschlüsse auf eine sinnvolle Toleranzeintragung und die funktionell und fertigungstechnisch günstigste Gestaltung des Werkstücks gezogen werden.
10. Die entscheidende Bedingung zur richtigen Abschätzung der Messunsicherheit ist die Unabhängigkeit der Antastpunktabweichungen. Bei der Berechnung idealgeometrischer Ausgleichselemente wird die Bedingung häufig verletzt, da die eigentlichen Messabweichungen von den Formabweichungen der Oberfläche überlagert sind. Die Unsicherheit wird zu groß abgeschätzt.
11. Bei der Messung sind die zufälligen von den systematischen Anteilen zu trennen. Mit der Standardabweichung des zufälligen Messwertanteils wird die Unsicherheit richtig abgeschätzt.
12. Der systematische (determinierte) Anteil der Messwerte wird nach der Gaußschen Minimumbedingung als Summe nichtorthogonaler trigonometrischer Funktionen berechnet, deren Amplituden größer als ihre Zufallshöchstwerte sind.
13. Das synthetisierte mittlere Profil ist die Ausgangsbasis zur Berechnung der paarungsgeometrisch bedeutsamen angrenzenden Elemente sowie von Formabweichungen für beliebige Ersatzelemente. Für beide können Messunsicherheiten angegeben werden.
14. Das vollständige Messergebnis enthält einen statistisch gesicherten determinierten Anteil einschließlich der Messunsicherheit. Zusätzlich wird der zufällige Messwertanteil durch den abgeschätzten statistischen Anteilsbereich angegeben.
15. In der Unsicherheitsangabe sind neben dem zufälligen Anteil der Messwerte auch der abgeschätzte systematische Anteil des Messgerätes und gegebenenfalls die Unsicherheit der Tasteranlagekorrektur zu berücksichtigen. Letztere wird bei der Tasterkalibrierung bestimmt.
16. Der systematische Unsicherheitsanteil des Messgerätes kann aus den Genauigkeitsangaben der Hersteller nach VDI/VDE 2617 abgeschätzt werden. Er ist als Vertrauensgrenze mit einer statistischen Sicherheit von $P=95\%$ aufzufassen.
17. In den Genauigkeitsangaben nach VDI/VDE 2617 sind oft sowohl systematische als auch zufällige Messwertanteile enthalten. Der systematische Unsicherheitsanteil wird damit zu groß abgeschätzt. Beide Anteile sollten getrennt bestimmt und angegeben werden, der systematische Anteil vorzugsweise längenbezogen.