

Einfach besser: Prüfprozesseignung nach VDA Band 5

# Messunsicherheiten

Seit gut zwei Jahren wird in der Automobil- und Zulieferindustrie die Eignung von Prüfprozessen für die vorgesehenen Prüfaufgaben nach VDA Band 5 ermittelt und bewertet.

Im ersten Schritt wird die Unsicherheit  $u_{PM}$  des Prüfmittels bestimmt und daraus die kleinste prüfbare Toleranz  $T_{min}$  berechnet. Im zweiten Schritt werden die weiteren Einflüsse auf die Messung einbezogen (Werkstück mit Formabweichungen der Oberfläche, Prüfer und Temperatur) und die erweiterte Messunsicherheit  $U$  sowie der Eignungsindex  $g_{pp}$  bestimmt, der wiederum mit dem vorher festgelegten Grenzwert  $G_{pp}$  verglichen wird.

So klar diese grundsätzliche Vorgehensweise ist, unterscheiden sich die einzelnen Beispiele in VDA Band 5 doch sehr voneinander, wie schon die jeweils berücksichtigten Einflussgrößen zeigen (Tabelle 1). Außerdem werden die einzelnen Unsicherheitsbeiträge zum Teil sehr unterschiedlich berechnet, z.B. der Einfluss der Prüfer und der Temperatur. Das macht die Anwendung von VDA Band 5 nicht gerade einfach. Deshalb sollte der Anwender weitestmöglich durch formale Hilfsmittel unterstützt werden:

1. Definition von drei grundsätzlichen Modellen für die Messung

- Absolutmessung (z.B. Messschieber, Messschraube)
- Vergleichsmessung (z.B. Bohrungsmessgerät mit Einstellring, Messuhr mit Einstellmeister)
- Differenzmessung (z.B. Wanddickenunterschied, Rundlauf)

2. Festlegung der relevanten Einflussgrößen für jedes Modell und einheitliches Vorgehen zur Ermittlung ihrer Unsicherheitsbeiträge aus Messreihen bzw. durch Abschätzung aus bekannten Informationen

3. Unterstützung der Berechnungen durch Kalkulationstabellen auf der Basis einer weit verbreiteten handelsüblichen Bürosoftware für jedes Modell

Die Tabelle 2 zeigt das Beispiel 1 aus VDA Band 5, Anhang 6 (Messung eines Wanddickenunterschieds mit einem Digitalmessschieber). In die Kalkulationstabelle muss

nur der Grenzwert für die Abweichung der Anzeige des Prüfmittels eingetragen werden, der hier aus DIN 862 entnommen werden kann (20  $\mu\text{m}$ ). Die Rechteckverteilung wird immer dann angesetzt, wenn nichts anderes bekannt ist.

Die Standardabweichungen  $u_{\text{Objekt}}$  für die Messungen an unterschiedlichen Stellen des Objekts und für den Prüferinfluss  $u_{\text{Prüfer}}$  werden automatisch berechnet und übernommen, wenn die Messwerte in die entsprechenden

Tabellen eingetragen werden (hier nicht abgebildet).

Der besondere Vorteil der Kalkulationstabellen besteht in der Berechnung des Erweiterungsfaktors  $k$  abhängig von der Anzahl der Messwerte. Damit lässt sich die Anzahl der Messungen wesentlich verringern, wenn der Prüfprozess trotzdem geeignet ist. Werden z.B. nur fünf (statt 25) Stellen am Objekt gemessen, vergrößern sich (bei gleicher Standardabweichung  $u_{\text{Objekt}}$ ) zwar der Erweiterungsfaktor auf  $k=2,35$  und die Messunsicherheit auf  $U=58,2 \mu\text{m}$ , der Prüfprozess ist mit  $g_{pp}=0,19$  aber immer noch geeignet.

Auch der Prüferinfluss lässt sich wesentlich reduzieren, z.B. auf je zwei Messungen von drei Prüfern an denselben Stellen der Oberfläche, insgesamt also sechs. Wegen der vergleichsweise geringen Standardabweichung ( $u_{\text{Prüfer}}=3,3 \mu\text{m}$ ) hat das im Beispiel überhaupt keine Auswirkungen auf die Messunsicherheit und die Prüfprozesseignung. Auf diese Weise können erhebliche Zeiteinsparungen erzielt werden, ohne die Bewertung des Prüfprozesses zu beeinträchtigen.

Dr. Hernla, Dortmund

Beispiel Nr.	1	2	3a	3b	4	5
Prüfer	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein
Formabweichung	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Temperatur		Ja	Ja	Nein	Ja	Nein

Tabelle 1: Berücksichtigte Einflussgrößen der Beispiele in VDA Band 5

Einflussgröße	Einheit	Methode	Messwertanzahl bzw. Verteilung	Standardabweichung bzw. Grenze	Verteilungsfaktor	Standardunsicherheit [ $\mu\text{m}$ ]
$X_i$	[ $X_i$ ]		$n_i$	$s_i$ bzw. $a_i$	$b$	$u_i(y)$
$u_{PM}$	$\mu\text{m}$	B	Rechteck	20	0,6	12,0
$u_{\text{Objekt}}$	$\mu\text{m}$	A	25	21,35	1,0	21,4
$u_{\text{Prüfer}}$	$\mu\text{m}$	A	30	3,3	1,0	3,3
Standardunsicherheit $u(y) =$						24,7
Erweiterungsfaktor $k =$						2,00
Standardunsicherheit $u_{PM} =$	12,0	Erweiterte Messunsicherheit (95%) $U =$			49,4	
$T_{min} = 6u_{PM}/G_{pp} =$	360	Eignungsindex $g_{pp} = 2U/T =$			0,16	
Prüfmittel geeignet?	<b>Ja</b>		Prüfprozess geeignet? ( $G_{pp} = 0,20$ )			<b>Ja</b>
$u_{PMA}$	Anzeige des Prüfmittels (Fehlergrenze des Messschiebers nach DIN 862)					
$u_{\text{Objekt}}$	Spannweite der Anzeige am Objekt (Messung an verschiedenen Stellen)					
$u_{\text{Prüfer}}$	Abweichung durch Prüferinfluss (Messung an den selben Stellen)					

Tabelle 2: Einflussgrößen

DER AUTOR

Dr.-Ing. Michael Hernla, Dortmund