

PRÜFPROZESSEIGNUNG - TEIL 1

STEPHAN CONRAD | Q-DAS GMBH



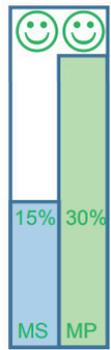
PIQ-online.de

Was noch zu diskutieren wäre - ein Diskussionspapier

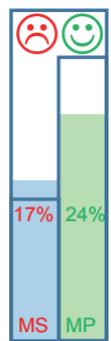
Die Prüfprozesseignung nach VDA Band 5 und/oder ISO 22514-7 ist mittlerweile weitestgehend etabliert. Der Volkswagen-Konzern (VW, Audi, Seat, Skoda...) hat seine Richtlinie VW 10119 schon vor Jahren umgestellt, der Daimler Leitfaden LF5 ist auf die aktuelle Auflage des VDA Band 5 abgestimmt, BMW hat den Group-Standard 98000 auch angepasst, Bosch hat das Heft 8 aktualisiert, ... aber natürlich sind damit nicht alle Fragen geklärt. Ein paar aktuelle Diskussionspunkte, zu denen es keine „offiziellen“ Regelungen gibt, sollen hier aufgegriffen werden. Dies ist der 1. Teil der Artikelreihe.

MESSSYSTEM N.I.O., MESSPROZESS I.O.?

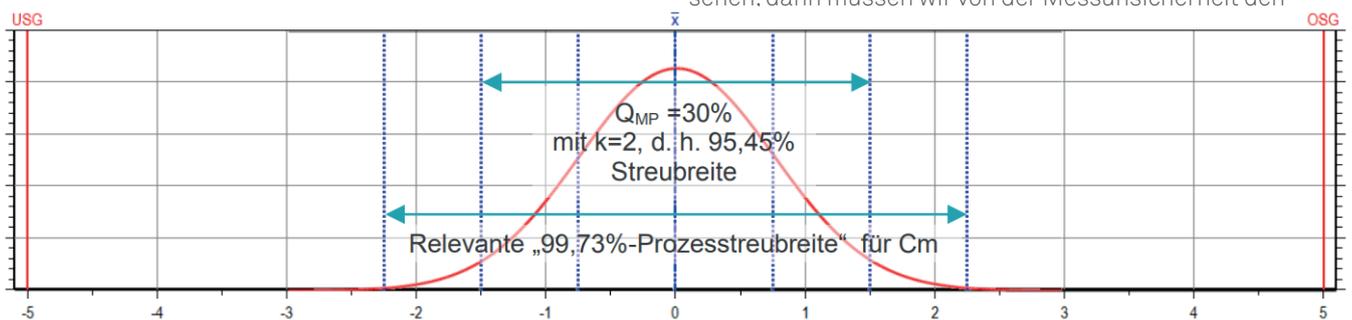
Auf Seite 42 des VDA Band 5 steht: „Die Grenzwerte für Messsystem- und Messprozesseignung sind festzulegen. Dabei ist zu beachten, dass sich für die Beurteilung des Messprozesses die Einflüsse der Formabweichung der Prüflinge sowie alle Umgebungseinflüsse besonders auswirken können. Als Grenzwert für Messsysteme Q_{MS_max} wird 15% und für Messprozesse Q_{MP_max} wird 30% vorgeschlagen.“



Die Grenzwertempfehlungen des VDA Band 5 werden so gelesen, dass sowohl der Eignungsindex für das Messsystem $Q_{MS} \leq 15\%$ als auch der Eignungsindex für den Messprozess für den Messprozess $Q_{MP} \leq 30\%$ sein muss. Diese Sichtweise wird auch durch das Flussdiagramm im VDA Band 5 (Bild 7, S. 41) gestützt. Hinter dieser Festlegung steckt die implizite Annahme, dass „eine Hälfte“ des Unsicherheitsbudgets dem Messsystem und die „andere Hälfte“ den weiteren Einflüssen des Messprozesses zugeschlagen werden. (Wer das in Zahlen bewerten möchte sollte allerdings beachten, dass Messunsicherheiten quadratisch addiert werden.)



Dennoch sehen wir immer wieder, dass das Messsystem sein Budget überschreitet (z. B. $Q_{MS} = 17\% > 15\%$), während der Gesamtprozess den Grenzwert nicht erreicht (z. B. $Q_{MP} = 24\% < 30\%$) und somit geeignet wäre. Typische Problemfälle sind hier Merkmale mit kleinen Toleranzen und Normale/Referenzteile mit relativ großen Kalibrierunsicherheiten, meist schon am Limit des physikalisch Machbaren.



Zu Recht stellt sich die Frage, ob der Messprozess im Ganzen seine Nicht-Eignung damit wirklich bewiesen hat, denn letztlich ist es für viele Anwendungen nicht wichtig, ob die Messunsicherheit $U = 12\%$ der Toleranz durch Einflüsse des Messsystems oder des Messprozesses dominiert wird.

Eine mögliche Lösung wäre, in diesem Falle auf die Bewertung des Q_{MS} zu verzichten. Wird also ein existierender Messprozess bewertet, dann wird nur Q_{MP} zur Beurteilung herangezogen.

Denkbar wäre natürlich auch, den Grenzwert Q_{MS} pauschal zu erhöhen. Das könnte jedoch zu Widersprüchen führen, wenn ein Messsystem im Sinne einer Vorauswahl bewertet werden soll. Dann ist ein Grenzwert von $Q_{MS} \leq 15\%$ sicher angebracht, um für den bis dahin noch unbekanntem Messprozess ausreichend Reserve zu haben.

MESSPROZESS GEEIGNET - UND DENNOCH UNBRAUCHBAR?

Für einigen Diskussionsstoff hat auch der Grenzwert $Q_{MP} \leq 30\%$ selbst schon geführt. Kein Zweifel – oftmals sehen Messtechniker kaum Möglichkeiten, diesen Grenzwert einzuhalten. Aber fragen wir doch mal nach den Konsequenzen dieses Grenzwertes.

Q_{MP} gibt den Unsicherheitsstrebereich mit „95% Wahrscheinlichkeit“ an. Genaugenommen sind es 95,45% und oftmals nennt man das auch vereinfachend „4s“. Das ist also grob gesprochen „die Streuung“, die alleine dem Messprozess zuzuordnen ist und eine Art Grundrauschen darstellt. Nehmen wir nun an, Sie fahren eine Maschinenabnahme und erwarten einen $C_m/C_{mk} \geq 2,0$. Selbst wenn die Fertigungseinrichtung selbst keinerlei Streuung erzeugt und wir nur das Rauschen des Messprozesses sehen, dann müssen wir von der Messunsicherheit den

99,73% Streubereich („6s“) in unsere Berechnung des C_m einfließen lassen. Das sind bei $Q_{MP} = 30\%$ nun sage und schreibe 45% der Toleranz und für den C_m erhalten wir nun schon einen Wert von $C_m = 2,22$. Da ist nicht mehr viel Platz für die Maschine. Die untersuchte Maschine muss dann real eine Fähigkeit von $C_m \geq 4,6$ erreichen, damit am Ende $C_m \geq 2$ auf dem Auswertblatt steht. Das ist utopisch. Die Konsequenz ist, dass ein geeigneter Prüfprozess für eine MFU bei weitem nicht geeignet sein muss.

GRENZWERT NACH ANWENDUNGSFALL FESTLEGEN

Wie gehen wir damit um? Einfach nur den Grenzwert zu verringern, wird dem Problem nicht gerecht, denn die Ursachen sind vielschichtig.

Der VDA Band 5 möchte die Unsicherheit „des Messprozesses“ bestimmen. Dazu werden alle auf den Messprozess wirkenden Einflüsse beurteilt. Die Frage ist nun, ob die bei einer kurzzeitigen Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) wirkenden

Einflüsse auf den Messprozess identisch sind mit den Einflüssen bei der fortlaufenden SPC-Überwachung. Wenn nicht, dann wäre bei technisch identischem Equipment zur Messung des identischen Merkmals am Bauteil der Messprozess bei der MFU nicht identisch mit dem Messprozess für SPC.

Dem trägt der VDA Band 5 Rechnung, indem er in Kapitel 7.1 typische Messprozessmodelle aufstellt, zu denen typische Unsicherheitskomponenten zu ermitteln sind.

	1 Auflösung der Anzeige u_{AE}	2 Kalibrierunsicherheit u_{CAL} oder Fehlergrenzen MPE	3 Einstellunsicherheit u_{E} oder Bias	4 Wiederholbarkeit mit Normalen $u_{R,N}$	5 Linearität mit Normalen $u_{L,N}$	6 Vergleichbarkeit der Bediener mit Serienteilen $u_{B,V}$	7 Wiederholbarkeit ohne Bedienerinfluss mit Serienteilen $u_{R,V}$	8 Vergleichbarkeit gleicher Messsysteme (Messstellen) $u_{M,V}$	9 Vergleichbarkeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten $u_{Z,t}$	10 Formabweichung / Oberflächeneigenschaften Messobjekte $u_{M,O}$	11 Temperatur u_T	12 Weitere Einflüsse u_{we}
Model A Kalibrierunsicherheit des Normals	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Model B Annahmeprüfung des Messprozesses für Standardmesssysteme	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Model C Abnahme- / Annahmeprüfung von Messsystemen	Green	Green	Green	Green	Green	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
Model D1 Annahmeprüfung des Messprozesses mit Bedienerinfluss ohne Serienteileinfluss (Serienteile lageorientiert messen)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Model D2 Annahmeprüfung des Messprozesses ohne Bedienerinfluss ohne Serienteileinfluss (Serienteile lageorientiert, halb / automatisch zugeführt)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Model E1 Konformitäts- / Annahmeprüfung des Messprozesses mit Bedienerinfluss mit Serienteileinfluss	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Model E2 Konformitäts- / Annahmeprüfung des Messprozesses ohne Bedienerinfluss mit Serienteileinfluss (Serienteile halb / automatisch zugeführt)	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
	Messsystem					Messprozess						

In wie weit die im VDA Band 5 dargestellten Modelle die realen Anforderungen widerspiegeln, sei gerne offengelassen, das Konzept ist aber hervorragend. Das einzige Manko ist der pauschale Grenzwert. Wurde zum Beispiel mit dem Hersteller des Messsystems eine Abnahme nach Modell C vereinbart und der Grenzwert knapp erreicht, kann die spätere Annahmeprüfung des Messprozesses mit Bediener und Serienteileinfluss vor Ort höchstwahrscheinlich den Grenzwert nicht einhalten. Es ist also gegebenenfalls sinnvoll, dem Messprozessmodell auch einen passenden Grenzwert zuzuweisen.

Mit einem flexiblen Modell wäre es sogar denkbar, den Übergang von typischen MSA-Methoden zu VDA Band 5 zu vereinfachen. War es historisch üblich, ein

- Verfahren 1 mit $C_g/C_{gk} \geq 1,33$ und ein
- Verfahren 2 mit $\%GRR \leq 10\%$ zu fordern,

so könnte diese Anforderung nun als Prüfprozessmodell „MSA(V1/V2)“ mit speziellen Grenzwerten dargestellt werden:

- Setzt man ein paar übliche Randbedingungen
 - $RE \leq 5\%T$
 - $U_{CAL} \leq 5\%T$
 - $BI \leq 5\%T$
 - 99,73% MSA-Streubereiche,
- so wären $Q_{MS} \leq 19\%$ und $Q_{MP} \leq 20\%$ zu erwarten.
- Orientiert man sich z. B. an Bosch Heft 10 (2015) und erwartet mit geringer Messunsicherheit kalibrierte Referenzteile sowie einen möglichst kleinen Bias, d. h.
 - $RE \leq 5\%T$
 - $U_{CAL} \leq 1\%T$
 - $BI = 0$
 - 99,73% MSA-Streubereiche,

so wären die Grenzwerte auf $Q_{MS} \leq 12\%$ und $Q_{MP} \leq 13\%$ zu setzen.

- Liegt der Fokus auf Mercedes Benz Cars LF5 aus 2010 mit
 - $RE \leq 5\%T$
 - $U_{CAL} \leq 5\%T$
 - $BI = 0$
 - 99,73% MSA-Streubereiche,

dann wären die Grenzwerte auf $Q_{MS} \leq 18\%$ und $Q_{MP} \leq 22\%$ zu setzen.

Man erkennt an diesen einfachen Beispielen, dass das System hoch flexibel ist.

So viel im ersten Teil der Serie. Im nächsten Teil beschäftigen wir uns mit „einseitigen Toleranzen“ und der nach ISO 14253 geforderten Toleranzeinschränkung bei Konformitätsprüfung.

Der Autor dieses Diskussionspapiers ist sehr an Ihrer Meinung interessiert und freut sich auf Ihre Reaktion / Meinung per E-Mail.

Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Q-DAS GmbH
Eisleber Str. 2
69469 Weinheim
HexagonMI.com | q-das.de | teq.de
stephan.conrad@hexagon.com

