# VDA 5 contra MSA 4

Dr.-Ing. Edgar Dietrich, Q-DAS® GmbH & Co. KG

**Mit der Neuerscheinung der 2. Ausgabe des VDA 5 Bandes Prüfprozesseignung drängt sich die Frage auf: „Was ist besser: VDA 5 oder MSA 4?“ Der vorliegende Beitrag versucht, eine Antwort auf diese Frage zu geben.**

## Leitfäden und Normen für Eignungsnachweise von Prüfprozessen

Bisher wird insbesondere bei Audits nach ISO/TS 16949 für die Eignung von Prüfprozessen die MSA (Measurement System Analysis) [1, 2, 3 und 4] als das Dokument herangezogen, anhand dem die Fähigkeit von Messsystemen nachgewiesen wird. Bei der Ankündigung der 4. Ausgabe seitens der AIAG (Automotive International Action Group) wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass auch andere Methoden zulässig sind, falls diese geeignet sind bzw. dies zwischen Kunden und Lieferanten abgestimmt ist. Diese Alternative ist mittlerweile vorhanden.

Mit dem neuen VDA 5 Band Prüfprozesseignung [13] vom November 2010 steht ein Leitfaden zur Verfügung, der diesen Anforderungen gerecht wird und wesentlich praxisfreundlicher als die MSA 4. Ausgabe ist. Hinzu kommt, dass hinter der Vorgehensweise des VDA 5 Bandes die Norm ISO 22514-7 Capability of Measurement Processes [8] steht, die voraussichtlich im Herbst 2011 veröffentlich wird. Ergänzen könnte man noch die GUM (Guide of the Expression of Uncertainty in Measurement). Doch diese ist für solche Eignungsnachweise in der industrielle Produktion praxisfremd. Nicht zu vergessen, die unzähligen Firmenrichtlinien (s. [7, 9, 12]).

### Vorbemerkung:

Der Autor war Mitglied in der Arbeitsgruppe VDA 5 Prüfprozesseignung. Von daher kann man ihm eine gewisse Einseitigkeit unterstellen. Bitte beurteilen Sie daher die hier aufgeführten Argumente unter diesem Blickwinkel und bewerten die Aussagen aufgrund Ihrer persönlichen Erfahrungen. Gerne können Sie Ihre Anmerkungen direkt an mich richten edgar.dietrich@q-das.de. Über eine rege Diskussion würde ich mich sehr freuen.

### Was zeichnet den VDA 5 Band aus?

Zum besseren Verständnis der angeführten Argumente sollten Sie auch den von uns veröffentlichen Beitrag „Anmerkungen zur MSA 4th Edition“ [11] in dieser PIQ® lesen, in dem wir uns kritisch mit der MSA auseinandersetzen.

### Begrifflichkeit

Im VDA 5 Band bezieht man sich bzgl. der Begrifflichkeit ausschließlich auf die Definition der VIM (Vocabulary International Metrology) [5]. Weiter orientiert man sich bei der Bestimmung der Erweiterten Messunsicherheit an der GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement).

### Unsicherheitskomponenten

Ein wesentlicher Vorteil beim VDA 5 Band und der ISO Norm ist, dass die Einflusskomponenten, die bei einem Messprozess wirken und die daraus abgeleiteten Unsicherheitskomponenten, einzeln betrachtet werden. Damit kann sofort ein Ranking aufgestellt werden, welche Einflussfaktoren wesentlich zu der Messunsicherheit beitragen. Weiter basiert die Vorgehensweise zur Bestimmung der Erweiterten Messunsicherheit auf einer strukturierten Vorgehensweise (quasi ein Kochrezept), die wenige alternative Betrachtungsmöglichkeiten zulässt. Das führt zu einer Vereinheitlichung und insbesondere zu einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse unabhängig davon, ob sie bei Kunden bzw. Lieferanten oder innerhalb eines Werkes bzw. global in mehreren Werken eines Unternehmens entstehen.

### Messsystem als Element des Messprozesses

Das Messsystem ist als ein Unterelement des Messprozesses eindeutig definiert. Diesem sind die Unsicherheitskomponenten: „Auflösung, Unsicherheit des Normals, Streuung des Messsystems, basierend auf Wiederholungsmessungen an einem Normal mit bekanntem Istwert, Systematische Messabweichung (Bias)

und ggf. Linearität“ zugeordnet. Zu der Bestimmung der Erweiterten Messunsicherheit des Messsystems können bereits vorhandene Studien nach Verfahren 1 herangezogen werden. Ggf. müssen nur noch Ergänzungen, wie die Auflösung oder Unsicherheit des Normals, vorgenommen werden. Damit sind diese durchgeführten Studien problemlos übertragbar, ohne neue Untersuchungen durchführen zu müssen. Weiter kann ein Eignungskennwert berechnet werden, der mit einem im VDA 5 Band empfohlenen Grenzwert verglichen wird. Dadurch kann die Eignung bewertet und eine sogenannte Minimale Toleranz berechnet werden.

Dies ermöglicht, insbesondere Herstellern von Messgeräten, eine Aussage über die Erweiterte Messunsicherheit des Messsystems unabhängig von der künftigen Anwendung. Man kann von einer Verifizierung des Messsystems sprechen. Weiter hilft dies den Anwendern von Messsystemen in der industriellen Produktion, da sie damit eine Entscheidungsgrundlage haben, inwieweit sich Messsysteme prinzipiell für eine bestimmte Messaufgabe eignen bzw. bis zu welcher Minimalen Toleranz das Messsystem eingesetzt werden kann. Diese Bewertung ist möglich, da im VDA 5 Band als Bezugsgröße prinzipiell die Toleranz verwendet wird.

## ANOVA Auswertung

Für die restlichen Einflusskomponenten des Messprozesses wie Gerätestreuung am realen Objekt, Bedienereinflüsse, Objekteinflüsse, Temperatur bzw. Stabilität werden eigene Betrachtungen angestellt. Insbesondere für die Einflussgrößen Gerätestreuung und Bedienereinfluss verwendet man der gleiche ANOVA Methode wie in der MSA. Allerdings sind die Kenngrößen EV und AV nicht mit dem Faktor „6“ versehen und damit nicht vergleichbar. Allerdings sind die ausgewiesenen Streuungskomponenten identisch. Dies hat den Vorteil, dass, in Analogie zum Messsystem, vorhandene GRR Studien als Grundlage für die genannten Einflusskomponenten herangezogen werden können.

Während bei der GRR Studie immer nur zwei Einflusskomponenten betrachtet werden, können bei der ANOVA Methode auch mehr als zwei Einflusskomponenten analysiert werden. Ein typisches Beispiel ist, dass neben der Gerätestreuung und dem Bedienereinfluss auch unterschiedliche Geräte oder unterschiedliche Messstellen in einem Versuch betrachtet werden. Konsequenterweise geht die Zahl der Messversuche mit dem Faktor 2k nach oben. Um diese trotzdem wirtschaftlich zu gestalten, werden soge-

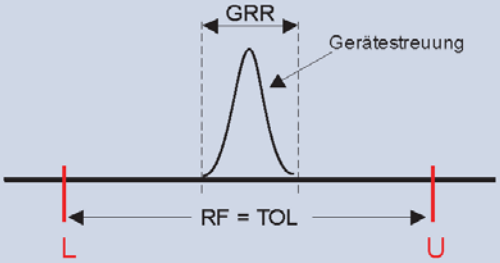
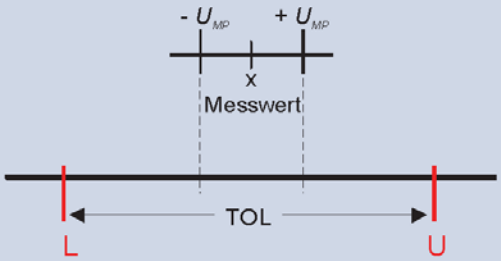
| | MSA 4 / Firmenrichtlinien | VDA 5 oder ISO/CD 22514-7 |
|---|---|---|
| Eignungskennwert | $\%GRR = \frac{\sqrt{EV^2 + AV^2}}{RF} \cdot 100\%$<br>mit RF = Gesamtstreuung TV, Prozessstreuung σ, $P_p$, $P_{pk}$ oder Toleranz TOL, letztere wird insbesondere bei Firmenrichtlinien verwendet | $\%Q_{MS} = \frac{2 \cdot U_{MS}}{TOL} \cdot 100\%$ $\%Q_{MP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{TOL} \cdot 100\%$<br>mit TOL = Toleranz<br>$U_{MS}$ bzw. $U_{MP} = 2 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^{n} u_i^2}$ i = 1, 2, 3, ...<br>$u_i$ Standardunsicherheit der i-ten Einflusskomponenten für Messsystem bzw. Messprozess |
| Grenzwerte | %GRR ≤ 10% geeignet<br>10 < %GRR < 30 bedingt geeignet<br>30 ≤ %GRR nicht geeignet | Messergebnis y = x ± $U_{MP}$<br>$\%Q_{MS}$ ≤ 15% geeignet<br>$\%Q_{MP}$ ≤ 30% geeignet |
| Grafische Bewertung |  |  |
| Hinweise: | Bei Messwerten an den Spezifikationsgrenzen (U bzw. L) kann es zu Fehlentscheidungen kommen. | Messergebnis y muss innerhalb der Toleranz TOL liegen (s. DIN EN ISO 14253). |

Bild 2: MSA 4 versus VDA 5: Eignungskennwerte

*Abb. 1: Eignungskennwerte*

nannte D-optimale Pläne verwendet, die die Anzahl der Versuche drastisch reduziert. Die Auswertungen, basierend auf der ANOVA Methode, liefern dann für jede berücksichtigte Einflussgröße einen Schätzwert für die jeweilige Standardunsicherheit.

### Objekt- und Temperatureinfluss

Im VDA 5 Band werden Möglichkeiten erörtert, inwieweit die Standardunsicherheiten, basierend auf Objekt- und Temperatureinflüssen, bestimmt werden können. Insbesondere die Berücksichtigung des Objekteinflusses ist für Hersteller von Messgeräten sehr interessant. Denn häufig haben GRR Studien zu einem schlechten Ergebnis aufgrund der Unsicherheit des Objektes geführt. Ist diese zu groß, werden automatisch bei Wiederholungsmessungen nicht die gleichen Messstellen getroffen und konsequenterweise führen die Objekteinflüsse zu einer zu großen Streuungskomponente, die nicht dem Messsystem zuzuordnen ist.

Je komplexer Messprozesse und je kleiner die geforderten Toleranzen sind, um so wichtiger ist die Beachtung des Temperatureinflusses. Dies gilt sowohl für das Messgerät als auch für das Teil selbst. Daher sind im VDA 5 Band mehrere Möglichkeiten aufgeführt, diese zu berücksichtigen und die Standardunsicherheit, basierend auf dem Temperatureinfluss, zu berechnen. Aufgrund der Komplexität dieses Sachverhaltes gibt es dazu nicht eine einzige Methode, sondern je nach Anwendung stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Dem Anwender sei empfohlen, die für ihn zutreffende Vorgehensweise auszuwählen und dann konsequent im Unternehmen umzusetzen.

### Keine mehrfache Berücksichtigung von Einflüssen

Im VDA 5 Band wurde sichergestellt, dass bei der Bestimmung der Erweiterten Messunsicherheit Einflusskomponenten nicht mehrfach in den Formeln zum Tragen kommen. So wird beispielsweise bei der Berechnung der Erweiterten Messunsicherheit immer der größere Wert verwendet, der sich aufgrund der Auflösung, der Wiederholstreuung am Normal oder am Objekt ergibt.

Gemäß der oben beschriebenen Vorgehensweise herrscht bei der Bestimmung der Erweiterten Messunsicherheit des Messprozesses eine klar strukturierte Vorgehensweise, und anhand eindeutiger Formeln und Betrachtungsweisen können für die einzelnen Einflussgrößen die jeweilige Standardunsicherheit eindeutig bestimmt werden. Anhand des Rankings kristallisieren sich die Einflussgrößen mit der größten Wirkung eindeutig heraus. Dies ist die Grundlage für die Verbesserung des Messprozesses. Weiter sei nochmals unterstrichen, dass vorhandene Daten aus Verfahren 1 und Verfahren 2 bzw. Verfahren 3 Studien verwendet werden können. Ggf. müssen einzelne Einflusskomponenten nur noch nachgetragen werden. Dies erleichtert die Bestimmung der Erweiterten Messunsicherheit sowohl für das Messsystem als auch für den gesamten Messprozess ungemein.

### Attributive Prüfprozesse

Zu attributiven Prüfprozessen kennt der VDA 5 Band zwei verschiedene Methoden. Es wird unterschieden zwischen dem Fall, dass Referenzteile vorliegen. Hier wird die sogenannte Signalerkennungsmethode in Analogie zur MSA verwendet. Liegen keine Referenzteile vor, empfiehlt der VDA 5 Band die Verwendung des Bowker-Tests. Dieser ist in der Form in der MSA nicht enthalten. Darüber hinaus lässt der VDA 5 Band auch andere Methoden zu. Dies könnte beispielsweise die Kappa Methode gemäß der MSA sein.

### Grundlage für die Auditierung

Insbesondere durch die Abstimmung des VDA 5 Bandes mit der ISO 22514-7 ist für die Eignung von Messprozessen eine hervorragende Basis geschaffen worden, die sich international durchsetzen kann. Von daher darf man vermuten, dass Auditoren weniger Fähigkeitsnachweise nach MSA, sondern die Eignung von Messprozessen basierend auf der ISO Norm bzw. VDA 5 sehen möchten. Dies dürfte insbesondere für die deutsche Automobilindustrie gelten, da die an der Erstellung des VDA 5 Bandes beteiligten OEMs die Umsetzung des VDA 5 Bandes intern umsetzen und konsequenterweise auch die Umsetzung von ihren Zulieferern erwarten dürften.

Bei der Auditierung nach DIN EN ISO 9001 steht mit der ISO 22514-7 auch eine Norm zur Verfügung, so dass Auditoren nicht auf die MSA ausweichen müssen. Die Zukunft wird es zeigen, wer Sieger wird. In einigen Jahren wissen wir mehr!

### Die gute Nachricht

In der Q-DAS® Software solara 10 sind alle Anforderungen umgesetzt. Insbesondere können alle Anwender Daten aus MSA Studien von älteren solara Versionen problemlos nutzen. Da Q-DAS® solara 10 auch als online Version anbietet, können Sie sich die Fallbeispiele im VDA 5 Band einfach ansehen. Sie brauchen diese nur mit Ihrem Browser aufzurufen und schon können Sie loslegen. Beachten Sie auch unsere Seminare und Schulungen zu diesem Thema (www.teq.de).

Ihre Anmerkungen zu diesem Beitrag sind herzlich willkommen. Bitte richten Sie diese an

edgar.dietrich@q-das.de

| Einflussparameter | MSA 4 | Firmen-richtlinien | VDA 5 oder ISO/CD 22514-7 | | Informationsquelle |
|---|---|---|---|---|---|
| Auflösung / Datenkategorie | ndc ≥ 5 | %RE ≤ 5% TOL | Messsystem | $\%RE \le 5\%$ und $u_{RE} = \frac{RE}{2\sqrt{3}}$ | Anzeige Messgerät |
| Unsicherheit Referenzteil | *) | U ≤ 5% TOL | Messsystem | $u_{CAL} = \frac{U_{CAL}}{2}$ | Kalibrierschein |
| Wiederholbarkeit am Referenzteil | klein sein | Cg ≥ 1,33 | Messsystem | $u_{EVR} = s$ | Verfahren 1 (V1) |
| System. Messabweichung | t-Test | Cgk ≥ 1,33 | Messsystem | $u_{BI} = \frac{\lvert\bar{x} - x_m\rvert}{\sqrt{3}}$ | Verfahren 1 (V1) |
| Linearität | t-Test | %LIN ≤ 5% TOL | Messsystem | $u_{LIN} = \max\{u_{Bi}\}$ | V1 an 3 Normalen |
| Wiederholbarkeit am Prüfobjekt | EV (ANOVA) | | Messprozess | $u_{EVO} = EV\ (ANOVA)$ | Verfahren 2 bzw. 3 |
| Reproduzierbarkeit am Prüfobjekt | AV (ANOVA) | | Messprozess | $u_{AV} = AV\ (ANOVA)$ | Verfahren 2 bzw. 3 |
| Unsicherheit Prüfobjekt | Wiederholungs-messungen an gleicher Position | | Messprozess | $u_{OBJ} = \frac{TOL}{\sqrt{3}}$ oder $\frac{a}{\sqrt{3}}$ | Mit a aus:<br>• Zeichnungen<br>• Erfahrungswerte<br>• Abschätzungen<br>• Versuchen<br>• ähnliche Messprozesse<br>• Langzeitbeobachtungen<br>• usw. |
| Temperatur | ——— *) | | Messprozess | $u_T = \frac{a}{\sqrt{3}}$ | |
| Stabilität | Qualitätsregelkarte | | Messprozess | $u_{STAB} = \frac{a}{\sqrt{3}}$ | |
| Andere | ——— *) | | Messprozess | $u_{REST}$ | |

*) Keine konkreten Angaben bzw. wird bei %GRR nicht berücksichtigt.

*Abb. 2: Einflussparameter*

**Literatur:**


[1] A.I.A.G. – Chrysler Corp., Ford Motor Co., General Motors Corp.
Measurement Systems Analysis, Reference Manual, Michigan, USA, November 1990

[2] A.I.A.G. – Chrysler Corp., Ford Motor Co., General Motors Corp.
Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 2. Auflage, Michigan, USA, Juni 1998

[3] A.I.A.G. – Chrysler Corp., Ford Motor Co., General Motors Corp. Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 3. Auflage, Michigan, USA, 2002 (2. Nachdruck Mai 2003).

[4] A.I.A.G. – Chrysler Corp., Ford Motor Co., General Motors Corp., Measurement Systems Analysis, Reference Manual,
4. Auflage, Michigan, USA, Juni 2010.

[5] DIN - Deutsches Institut für Normung
DIN ISO/IEC Guide 99:2007
Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM).
Beuth Verlag, Berlin, 2010.

[6] Edgar Dietrich u.a.
Prüfprozesseignung, 3. Aktualisierte und erweiterte Ausgabe. Hanser Verlag, München, 2006

[7] General Motors Co. – GM Powertrain
SP-Q-EMS-Global 10.6 – Evaluation of Measurement Systems Specification.
Detroit/Rüsselsheim, Juli 2004.

[8] ISO – International Standard Organization
ISO/CD 22514-7: Capability and performance – Part 7: Capability of Measurement Processes. Genf, 2010 <z.Zt. nicht öffentlich zugänglich>.

[9] Mercedes AG, Leitfaden LF 05 „Prüfprozess-eignung“. Stuttgart, 2003.

[10] Q-DAS® GmbH
Leitfaden d. Automobilindustrie zum „Fähigkeits-nachweis von Messsystemen“.
Birkenau, 1999 <in [6] enthalten>

[11] Q-DAS® GmbH
Anmerkungen zur MSA 4. Ausgabe
PIQ 3, Weinheim, November 2010.

[12] Robert Bosch GmbH
Schriftenreihe „Qualitätssicherung in der Bosch-Gruppe Nr. 10, „Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen“. Stuttgart, Entwurf 2010 <z.Zt. nicht öffentlich zugänglich>.

[13] VDA – Verband der Automobilindustrie
VDA Band 5: Prüfprozesseignung 2. Ausgabe.
VDA, Berlin, November 2010.