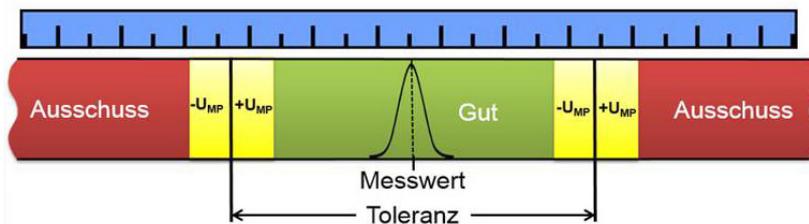


□ Verfahren bei der Prüfprozesseignung

Ein Messergebnis besteht immer aus einer Messunsicherheit. Doch wie wird diese bestimmt? Und wann ist sie für die jeweilige Messaufgabe akzeptabel?

Aufgrund von verschiedensten Einflüssen ist es unwahrscheinlich, dass der bei der Messung angezeigte Wert genau der richtige ist. Um den Bereich, in dem der richtige Wert liegt, zu konkretisieren, ermittelt man die erweiterte Messunsicherheit. Das Messergebnis ergibt sich dann aus dem Messwert plus/minus der erweiterten Messunsicherheit. Doch diese wird mit unterschiedlichen Verfahren ermittelt.

Wie wird die erweiterte Messunsicherheit ermittelt und ist diese für die jeweilige Messaufgabe akzeptabel oder nicht? Um diese Fragen beantworten zu können, sind in den letzten Jahrzehnten mehrere Normen, Verbands- und Firmenrichtlinien entstanden. Diese laufen unter den Begriffen wie Prüfprozesseignung, Messmittel- bzw. Lehrenfähigkeit, Messsystemanalyse, Fähigkeit von Prüfprozessen oder Ermittlung der erweiterten Messunsicherheit. Warum gibt es so viele unterschiedliche Möglichkeiten und nicht genau ein Verfahren, das diese Thematik abdeckt? Dies wird durch einen Blick in die Vergangenheit verständlich, der die Entwicklungsgeschichte der im Laufe der Zeit entstandenen Dokumente zeigt.



● Entstehung der Eignungsnachweise von Mess- bzw. Prüfprozessen

Als man Mitte der 90er-Jahre SPC (Statistical Process Control) in die Produktion einführte, ging dies mit der heute selbstverständlichen Werker-Selbstprüfung einher. Der damals vorhandene Bereich „Qualität“, der für die „Qualitätskontrolle“ verantwortlich war, wurde aufgelöst. Dafür wurde den Werkern die Verantwortung für die Qualität der jeweils zu bearbeitenden Produktmerkmale übertragen.

Um diese Aufgaben übernehmen zu können, wurden in Maschinennähe an sogenannten SPC- oder Messplätzen Messgeräte zur Verfügung gestellt, um bei Bedarf die erforderliche Messung direkt durchführen zu können. Über das Thema, ob die jeweiligen Messgeräte überhaupt in der Lage waren, die Messaufgabe mit der ausreichenden Genauigkeit zu erfüllen, machte man sich zunächst wenig Gedanken. Schnell musste man aber feststellen, dass die in den Messwerten enthaltenen Abweichungen und die Streuung nicht nur vom Fertigungsprozess, sondern auch vom Messprozess selbst kommen. Oftmals war die Streuung infolge des Messprozesses sogar größer als die Streuung des Fertigungsprozesses.

Spätestens jetzt war der Zeitpunkt gekommen, sich mit dem Thema „Eignungsnachweise von Mess- bzw. Prüfprozessen“ zu beschäftigen. Dies geschah Ende der 90er-Jahre quasi zeitgleich auf mehreren Ebenen. So entstanden ISO-Normen, Verbandsrichtlinien der AIAG (Automotive Industry Action Group) bzw. des VDA (Verband der Automobilindustrie) und die verschiedensten Firmenrichtlinien. Dabei gibt es prinzipiell zwei unterschiedliche Ansätze bezüglich der Vorgehens- und Denkweise.

● Richtlinien und GUM

In der Automobilindustrie hat man sich anfangs in den Richtlinien – eine GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) gab es zu diesem Zeitpunkt noch nicht – in erster Linie mit der Fähigkeit von Messsystemen auseinander gesetzt. Also die Frage beantwortet, ob das Messsystem für die jeweilige Messaufgabe fähig ist oder nicht.

Im Gegensatz dazu wird bei den Normen und dem Leitfaden vom VDA im Sinne der GUM die erweiterte Messunsicherheit bestimmt und davon die Entscheidung über die Eignung eines Messprozesses abgeleitet.

Von den „Big Three“, Chrysler, Ford und General Motors, wurde 1990 erstmals der Leitfaden MSA (Measurement System Analysis) veröffentlicht. Dieser gewann sehr schnell an Bedeutung, als die Zulieferer der Big Three durch die Zertifizierung ihres QM-Systems nach QS 9000 gezwungen wurden, die Fähigkeit ihrer Messsysteme gemäß dieser MSA nachzuweisen. Aus diesem Grund ist die MSA heute, weltweit betrachtet, das am weitesten verbreitete Dokument, das bei dieser Thematik zur Anwendung kommt.

Bei der MSA handelt es sich um einen umfassenden Leitfaden, der auch Spielräume zulässt, und damit aber auch Fragen aufwirft. Daher entstanden sehr zeitnah viele Firmenrichtlinien, die auf der MSA basieren und die Vorgehensweisen für die Fähigkeitsnachweise der Messsysteme konkretisiert haben. Bei diesen Untersuchungen spricht man von „Fähigkeit“, was sich aus der Übersetzung des Wortes „Capability“ ergab. Heute verwendet man insbesondere im Normenumfeld eher den Begriff „Eignung“, womit letztendlich das Gleiche gemeint ist. Aufgrund neuer Erkenntnisse, die sich im Laufe der Zeit ergeben haben, wurde die MSA kontinuierlich weiterentwickelt. Heute ist die vierte Ausgabe gültig. Konsequenterweise sind die entstandenen Firmenrichtlinien für Fähigkeitsuntersuchungen ebenfalls kontinuierlich angepasst worden. Im deutschsprachigen Raum ist das Bosch Heft 10 „Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen“ in der heute dritten Auflage wohl das am meisten bekannte Dokument.

● Von der GUM zur Prüfprozesseignung nach VDA

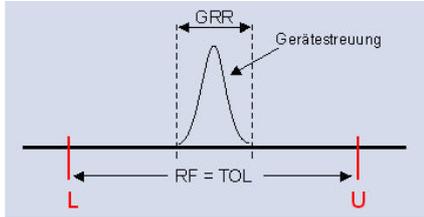
Die erste Norm zur Bestimmung der erweiterten Messunsicherheit war die 1995 veröffentlichte GUM (zu deutsch „Anleitung zur Bestimmung der Messunsicherheit“), die einerseits das Maß aller Dinge darstellt, andererseits aber aufgrund der Komplexität für Messaufgaben in der Fertigung nur bedingt anwendbar ist. Dies ist in Messräumen anders. So müssen alle Kalibrierlabore für eine Akkreditierung nach ISO/IEC 17025 die erweiterte Messunsicherheit gemäß GUM für alle Einheiten, die von den Laboratorien zur Kalibrierung von Messgeräten genutzt werden, nachweisen.

Erst 2003 hat der VDA zu diesem Thema den auf der GUM basierenden VDA 5 Band „Prüfprozesseignung“ herausgegeben. Heute ist die zweite Ausgabe von 2010 gültig. Diese ist inhaltlich identisch mit der ISO 22514-7 „Capability of measurement processes“ von 2014. Damit entspricht der VDA 5 Band quasi einer ISO-Norm.

Weiter gibt es insbesondere für Koordinatenmessgeräte Normen wie die ISO 15530 bzw. die VDI/VDE 2617 Blatt 8, die sich ähnlich wie der VDA 5 Band mit der Bestimmung der erweiterten Messunsicherheit auseinandersetzen. Welche wesentlichen Unterschiede gibt es zwischen der MSA, den Firmenrichtlinien und der GUM bzw. dem VDA 5 Band?

Unterschiede zwischen MSA, Firmenrichtlinien und GUM

Die MSA hat ihren Schwerpunkt auf der Bestimmung des sogenannten GRR-Wertes (Gage Repeatability and Reproducibility), der in erster Linie die Wiederholbarkeit (Gerätестreuung am Objekt) und die



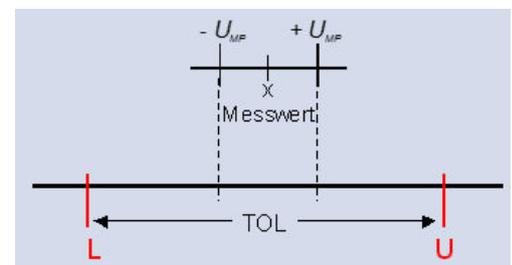
Messunsicherheit nach MSA

Vergleichbarkeit (Bedienereinfluss) des Messsystems im realen Einsatz untersucht. Sicherlich sind dies häufig die Haupteinflüsse, die zu einer erhöhten Messunsicherheit führen. Die Vorgehensweise zur Bestimmung des GRR-Wertes wird in der Firmenrichtlinie als Verfahren 2 oder Type-2 Study bezeichnet. Allerdings sind weitere Einflüsse wie Kalibrierunsicherheit, Linearitätsabweichungen, Formabweichungen am Prüfojekt, Temperaturschwankungen

oder Temperaturunterschiede zwischen Prüfojekt und Messgerät vorhanden, die ebenfalls das Messergebnis beeinflussen.

All diese Einflüsse werden bei der MSA nicht oder nur teilweise berücksichtigt, da man voraussetzt, dass die Einflüsse zumindest bei der Untersuchung und der Bestimmung des GRR-Wertes vernachlässigbar klein sind, wovon man allerdings nicht immer ausgehen kann. Ob die angesprochenen Einflüsse vernachlässigbar sind oder nicht, wird bei einigen Einflussgrößen anhand statistischer Verfahren, wie z.B. dem t-Test, überprüft. Die meisten Firmenrichtlinien haben diesen Missetand der MSA zumindest dadurch gelindert, dass gemäß einer Vorgehensweise, die als Verfahren 1 bekannt ist, sogenannte Cg- bzw. Cgk-Werte berechnet werden. Dabei werden zumindest die Gerätестreuung am Normal als auch die systematische Mess- bzw. Linearitätsabweichung untersucht. Damit sind diese weiteren Einflussfaktoren, die zunächst unabhängig von dem jeweiligen Anwendungsfall sind, berücksichtigt. Der Grenzwert für Cg bzw. Cgk liegt bei 1,33. Erreicht man bei der Untersuchung nach Verfahren 1 diesen Grenzwert, wird Verfahren 2 überhaupt erst durchgeführt.

Im Gegensatz dazu werden sowohl im VDA 5 Band als auch in den erwähnten Normen die Auswirkungen der einzelnen Einflussgrößen berücksichtigt und anhand der sogenannten Standardunsicherheitskomponenten als Zahlenwert separat ausgewiesen. Damit wird sofort erkannt, welche Einflussgrößen welchen Anteil zur Messunsicherheit beitragen. Verbesserungsmaßnahmen können so gezielt eingeleitet werden.



Messunsicherheit nach GUM und VDA 5

Eignungskennwerte als entscheidende Faktoren

Um letztendlich eine Aussage treffen zu können, ob der untersuchte Messprozess für die jeweilige Messaufgabe verwendet werden kann oder nicht, werden Eignungskennwerte berechnet und diese mit vorgegebenen Grenzwerten verglichen. Werden die Grenzwerte eingehalten, ist das Messsystem fähig, bzw. der Messprozess geeignet, um den Sprachgebrauch der MSA bzw. des VDA 5 Bandes zu verwenden.

Bei der MSA bzw. in Firmenrichtlinien wird dazu der berechnete GRR-Wert ins Verhältnis zu einer Referenzgröße gesetzt und als %GRR-Wert angegeben. Die Referenzgröße kann beispielsweise die Toleranz sein. Beim VDA 5 Band wird die doppelte erweiterte Messunsicherheit ins Verhältnis zur Toleranz gesetzt und als QMP-Wert bezeichnet. Ohne auf die unterschiedlichen Grenzwerte und deren Bedeutung näher einzugehen, sei nur erwähnt, dass sowohl der %GRR-Wert als auch der QMP-Wert nicht über 30% liegen darf. Ansonsten ist das Messsystem bzw. der Messprozess für die jeweilige Messaufgabe nicht geeignet.

● **Fazit: Nicht alle, aber möglichst viele Messprozesse abdecken**

Wie der Blick in die Entwicklungsgeschichte zeigt, sind diese Dokumente sukzessive entstanden und haben aufgrund ihrer Entstehung ihre Berechtigung. Ist beispielsweise in einem Konzern erst einmal eine Richtlinie verteilt und sind die Mitarbeiter geschult, ist es aufgrund des hohen Aufwandes sehr schwierig, Änderungen umzusetzen. Daher vergehen oft mehrere Jahre, bis eine neue Version innerhalb eines Unternehmens veröffentlicht wird. Die von der ISO und den Verbänden herausgegebenen Normen/Richtlinien bzw. Leitfäden müssen käuflich erworben werden. Damit ist nachvollziehbar, dass jeder Herausgeber solche Dokumente in Eigenregie anbieten möchte und diese dementsprechend kontinuierlich weiterentwickelt.

Abschließend bleibt noch die Frage: „Kann jeder Messprozess mit den zitierten Dokumenten vollständig beurteilt werden?“ Diese Frage muss verneint werden. Dies hängt mit der Komplexität der unterschiedlichen Messaufgaben zusammen. Ziel eines Standards bzw. eines Leitfadens ist es, möglichst viele Anwendungsfälle abzudecken. Es wäre viel zu aufwändig und übertrieben, alle erdenklichen und in der Praxis vorhandenen Messprozesse in einem Dokument zu beschreiben, und aufgrund der dann entstehenden Komplexität auch nicht zielführend.

Allerdings sollten Hinweise und Anregungen bezüglich der Vorgehensweise für Messaufgaben gegeben werden, die nicht vollständig über den Standard abgedeckt sind. Im Laufe der Zeit sind für solche Sonder- oder Spezialfälle eigene Richtlinien oder firmeninterne Verfahrensanweisungen entstanden. Ein Beispiel dafür ist der VDA 5 Band 2 „Prüfprozesseignung für das Drehmoment von Schraubverbindungen“. Künftig wird bei Eignungsnachweisen mit Sicherheit die Risikobewertung eine größere Rolle spielen, wie dies ansatzweise in dem VDI/VDE 2600 Blatt 1 „Prüfprozessmanagement“ bereits erfolgt ist.



Q - D A S

Q-DAS GmbH
Eisleber Str. 2
69469 Weinheim
+ 49 6201 3941-0

Haben wir Ihr Interesse geweckt?
www.q-das.de
Kontakt zum Autor:
edgar.dietrich@q-das.de