Q_{MS} und Q_{MP}

Die Begründung, warum beim VDA 5 Band und der ISO 22514-7 der Q_{MS_max} auf 15% und Q_{MP_max} auf 30% festgelegt wurde, ist relativ einfach nachvollziehbar. Für den Messprozess wollte man die Obergrenze von 30%, wie sie in vielen Firmenrichtlinien und in der MSA vorgegeben ist, übernehmen. Bereits in der ersten Ausgabe des VDA 5 Bands von 2003 hat man die empirische Annahme getroffen, dass die kombinierte Standardunsicherheit des Messsystems ungefähr 50% der kombinierten Standardunsicherheit des gesamten Messprozesses beträgt. Daher ist es mehr als naheliegend, als Grenzwert für den Q_{MS}-Wert bei der Beurteilung des Messsystems auf die Hälfte von Q_{MP_max} und damit auf 15% zu setzen.

Bedeutung der Grenzwerte im internationalen Vergleich

Insbesondere in der globalen Wirtschaftswelt ist es sowohl im Interesse von Herstellern von Messgeräten bzw. Messsystemen als auch im Warenaustausch zwischen Kunde und Lieferant äußerst hilfreich, wenn einheitliche und verbindliche Verfahren und Grenzwerte festgelegt sind. Nur so kann sich ein Hersteller von Messsystemen beim Verkauf und der späteren Abnahme sicher sein, dass die mit ihm vereinbarten Spezifikationen auch eingehalten werden. Gleiches gilt für Lieferanten, die in den Lieferverträgen die Einhaltung von Produktmerkmalen zusagen. Diese Forderung kann nur sinnvoll überprüft und bewertet werden, wenn die Eignung des Messprozesses einheitlich nachgewiesen wurden und die erweiterte Messunsicherheit sowohl beim Kunden als auch beim Lieferanten als korrekt und verbindlich angesehen werden kann.

Zusammenfassung

Es ist wichtig, dass es Verfahren für die Eignungsnachweise von Messprozessen gibt, mit denen sogenannte Eignungskennwerte bestimmt werden. Die Entscheidung, ob ein Messprozess „geeignet“ oder „nicht geeignet“ ist, erfolgt anhand des Vergleichs mit vorgegebenen Grenzwerten. Je besser und je häufiger die Verfahren anwendbar sind, umso einfacher kann die Eignung in der Praxis nachgewiesen werden.

Allerdings muss man sich bewusst sein, dass nicht alles über einen Kamm geschert werden kann. Daher ist im Einzelfall immer zu entscheiden, ob die hier besprochenen Standards anwendbar sind oder nicht.

Q-DAS® bietet für die Bewertung dieser Sonderfälle eine Plattform an (s. Seite 10).

Reduktion der Unsicherheit durch geeignete Messprozesse

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

In der industriellen Produktion ist die Beurteilung und Bewertung der Qualität von Fertigungs- bzw. Produktionseinrichtungen sowie der entstehenden Teile, Komponenten und Produkte durch die verwendeten Prüfprozesse und die statistischen Auswertungen mit diversen Unsicherheiten behaftet.

Qualitätsbewertung

Je nach Fertigungs- bzw. Produktionsprozess werden bei bzw. nach den verschiedenen Bearbeitungsschritten ausgewählte Qualitätsmerkmale geprüft. Diese Prüfung kann 100% bzw. stichprobenbasierend erfolgen. Die Beurteilung der Fertigung- bzw. Produktionsqualität wird grafisch anhand unterschiedlicher Visualisierungen oder numerisch anhand sogenannter Fähigkeitskennwerte vorgenommen. Dazu werden die ermittelten Messwerte statistisch ausgewertet, die erforderlichen Kennwerte ermittelt, diese numerisch und je nach Anwendungsfall für den zuständigen Personenkreis grafisch aufbereitet. Nur wenn es gelingt, die Ergebnisse sowohl aufgabenbezogen als auch anwendergerecht zeitnah zu kommunizieren bzw. leicht zugänglich zu machen, werden diese zur Beurteilung und Bewertung von Prozessen und Sachverhalten genutzt und tragen zur Qualitätsbewertung bei.

Unsicherheit

Die Ergebnisse bzw. Sachverhalte enthalten u.a. Unsicherheiten in Folge von:

- Mess- bzw. Prüfprozessen
- Verwenden statischer Verfahren
- fehlerhafter Datenerfassung, - übertragung, - haltung
- fehlerhafter Kommunikation der Ergebnisse

Die letzten beiden Fehlerquellen sind durch organisatorische Maßnahmen und IT-Unterstützung in den Griff zu bekommen. Als Maßnahme wird man dazu an relevanten Stellen die Daten auf Plausibilität überwachen. Durch den Einsatz von Q-DAS® Produkten gelingt es, Prozesse mittels validierter statistischer Verfahren unter Angabe der Vertrauensbereiche für die einzelnen Kennwerte zu beschreiben. Damit wird die Unsicherheit infolge der statistischen Verfahren abschätzbar. Was bleibt, sind die sich ergebenden Unsicherheiten aufgrund der Prüfprozesse, die im Folgenden näher betrachtet werden.

Unsicherheit durch den Messprozess

Die Behauptung: „Man kann nur so genau fertigen, wie man messen kann!“ ist insbesondere bei kleiner werdenden Spezifikationen mehr als zutreffend. Daher ist vor dem Einsatz eines Messprozesses[1] die Eignung nachzuweisen.

Wird mit einem Messprozess ein Messwert ermittelt, so ist dieser wertlos, falls die Unsicherheit des Messprozesses nicht bekannt ist. Erst Messwert x_i und erweiterte Messunsicherheit U_{MP} zusammen ergeben das Messergebnis $y_i = x_i + U_{MP}$.

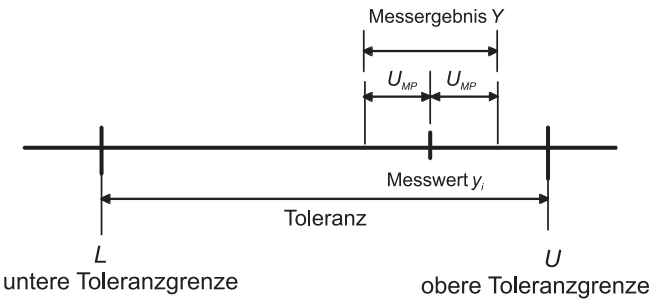

Bild 1: Nachweis der Übereinstimmung mit der Toleranz

Bild 1 zeigt ein Messergebnis in Verbindung mit der Toleranz für ein Qualitätsmerkmal. Es ist leicht nachvollziehbar, dass die Messunsicherheit U_{MP} klein gegenüber der Toleranz TOL sein muss. Ansonsten sind Fehlentscheidungen bei der Bewertung des Messwertes insbesondere in der Nähe der Spezifikationsgrenze vorprogrammiert. Fehlerhafte Produkte können aufgrund dieser Entscheidung so zum Kunden gelangen. Um dies zu vermeiden, sind für Messprozesse sogenannte Eignungsnachweise durchzuführen.

Die Eignung des Messprozesses kann durch den Vergleich eines Eignungskennwertes Q_{MP} mit einem vorgegebenen Grenzwert bewertet werden. Im VDA 5 bzw. ISO Norm 22514-7 wird als Grenzwert für Q_{MP} 30% vorgeschlagen. Es handelt sich dabei um einen empfohlenen Wert, der nicht verbindlich vorgeschrieben ist. Dieser Grenzwert muss ggf. im Einzelfall an die jeweilige Messaufgabe angepasst werden.

$$Q_{MP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{TOL} \cdot 100\%$$

Bild 2 zeigt den Zusammenhang zwischen Fähigkeitskennwert (sogenannte C-Werte) zur Beurteilung von Maschinen, Fertigungseinrichtungen sowie Prozesse und dem Eignungskennwert Q_{MP} des Messprozesses. Es ist deutlich zu erkennen, wie mit zunehmender Unsicherheit des Messprozesses (Q_{MP} nimmt zu) der Unterschied zwischen dem beobachteten und dem tatsächlichen Kennwert größer wird. So beobachtet man bei einem Q_{MP}-Wert von 40% einen C_g-Wert von 1,33, obwohl dieser aufgrund der Unsicherheit in Wirklichkeit 2,2 beträgt. Zur Berechnung des Eignungskennwertes Q_{MP} ist die Bestimmung der sogenannten erweiterten Messunsicherheit U_{MP} des Messprozesses erforderlich.

Dazu können

- für Kalibrierlabors bzw. Messräume die GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement)
- für Messprozesse in der Fertigung bzw. Produktion die ISO 22514-7 bzw. VDA 5 Band

verwendet werden.

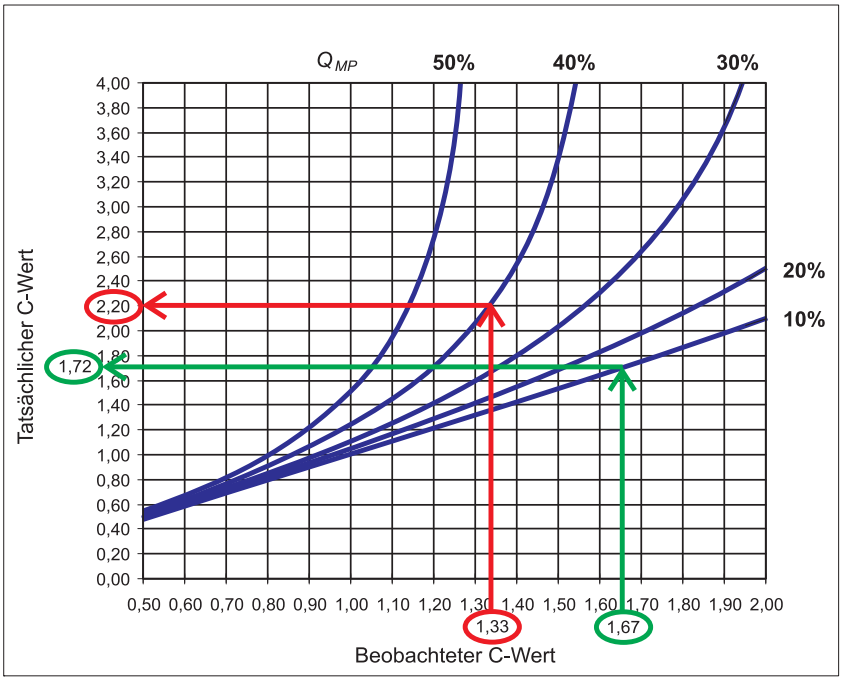

Bild 2: Darstellung des tatsächlichen C-Wertes über dem beobachteten C-Wert in Abhängigkeit von Q_{MP}

[1] Definition Messprozess aus VIM: Zusammenspiel untereinander zusammenhängender Betriebsmittel, Aktivitäten und Einflüsse, die eine Messung erzeugen. Anmerkung: Betriebsmittel können von menschlicher oder materieller Natur sein (s. auch Bild 1 auf Seite 6).