

PRÜFPROZESSEIGNUNG - TEIL 2

STEPHAN CONRAD | Q-DAS GMBH



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 2. Teil der Artikelreihe.

EINSEITIGE TOLERANZEN

Zu einseitigen Toleranzen steht im VDA Band 5 wenig geschrieben. Um Missverständnisse zu vermeiden, müssen „einseitige Toleranzen“ unterschieden werden:

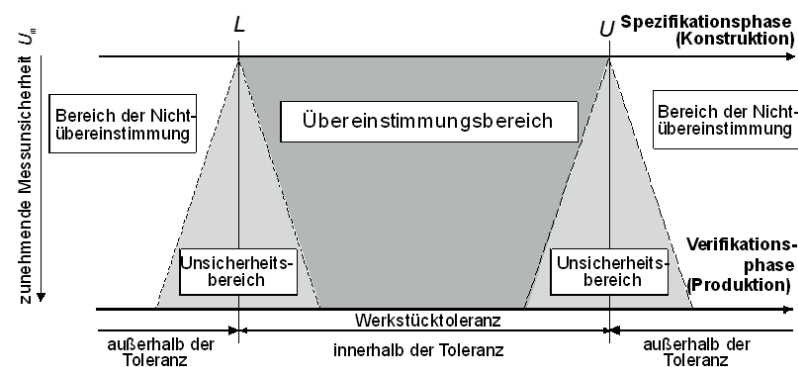
- Einseitige Toleranzen, die nur eine vorgegebene Spezifikationsgrenze besitzen und nach der anderen Seite offen/unbegrenzt sind. Beispiele dafür sind Abzugskräfte oder Mindestbruchfestigkeiten.

- Einseitige Toleranzen, die eine vorgegebene Spezifikationsgrenze besitzen, aber nach der anderen Seite auf Grund natürlicher/physikalischer/technischer Phänomene ebenfalls begrenzt sind. Beispiele dafür sind Form- und Lagemaße wie Rundheit, Ebenheit, Rechtwinkligkeit. Diese natürliche Grenze ist meist gleich Null und in den meisten Fällen auch das Zielmaß.

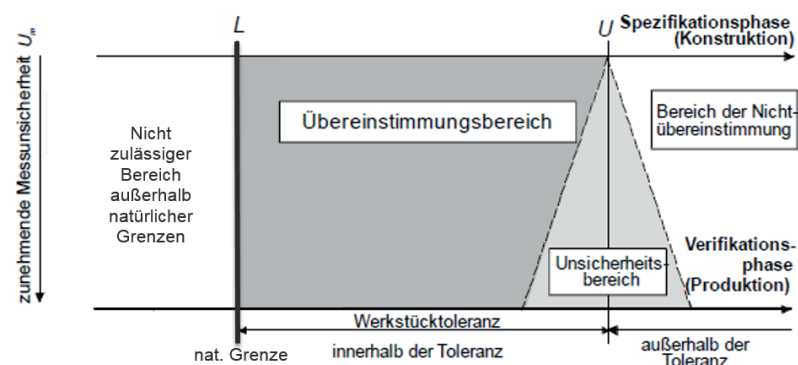
Für den ersten Fall der einseitig unbegrenzten Spezifikation, wie man es besser nennen würde, bietet der VDA Band 5 noch keine Lösung. Das Problem ist, dass zur Berechnung der Eignungsindizes eine Toleranz T notwendig ist, die hier nicht angegeben werden kann.

Für den zweiten Fall gilt, dass die natürliche/physikalische/technische Grenze wie eine Spezifikationsgrenze betrachtet wird und damit auch eine Toleranz T berechnet werden kann. Soweit ist das eine auch in der Messsystemanalyse übliche Vorgehensweise.

Eine Besonderheit ergibt sich allerdings in der Diskussion des Übereinstimmungsbereiches. Laut VDA Band 5 muss eine Toleranz aus Sicht der Lieferanten sowohl an der oberen als auch an der unteren Grenze um U eingeschränkt werden.



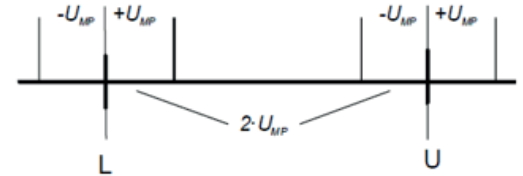
Für natürliche/physikalische/technische Grenzen gilt diese Einschränkung natürlich nicht. Hier ist die Messunsicherheit nur an der gesetzten Spezifikationsgrenze zu berücksichtigen.



Nun ist aber im VDA Band 5 folgender Hinweis zu finden:

Hinweis:

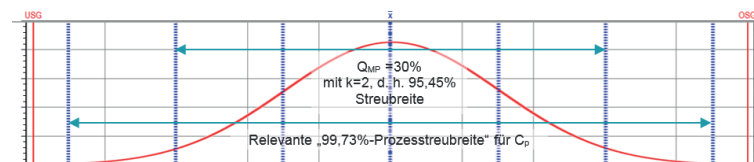
Gemäß DIN EN ISO 14253 [13] ist die Toleranz um die zweifache Erweiterte Messunsicherheit U_{MP} zu reduzieren. Daher wurde für den Eignungskennwert das Verhältnis $2 \cdot U_{MP}$ zur Toleranz TOL herangezogen.



Daraus wird teilweise abgeleitet, dass im Falle „einseitiger Toleranzen“ ja nur die einfache erweiterte Messunsicherheit zu berücksichtigen ist. Konsequenterweise sei dann auch der Eignungskennwert nur mit $1 \cdot U$ zu berechnen. Daraus folge die Formel für den Eignungsindex $Q_{M*} = \frac{U_{M*}}{T}$ (mit * für S oder P).

Das ist natürlich eine Fehlinterpretation und führt in der konsequenten Anwendung mit einem Grenzwert $Q_{MP} \leq 30\%$ zu desaströsen Ergebnissen. Wie im Teil 1 dieser Artikelserie beschrieben, versuchen wir das Ergebnis einmal auf die Auswirkungen bei einer Maschinen- oder Prozessfähigkeitsuntersuchung zurückzuführen.

Wäre $Q_{MP} = U/T = 30\%$, so würde daraus folgen, dass die erweiterte Messunsicherheit $U = 0,3 \cdot T$ ist. Der 95,45%-Streubereich (entsprechend $4s$) der Messunsicherheit ist dann $2 \cdot U = 0,6 \cdot T$.



Nimmt man alleine dieses „Rauschen“ des Messprozesses als Streuung zur Berechnung der Prozessfähigkeit, so ist der 99,73%-Streubereich (entsprechend $6s$) zu berücksichtigen, also das 1,5-fache des 95,45%-Streubereichs (vereinfacht für Normalverteilung). Damit beträgt die „Rauschstreubreite“ $1,5 \cdot 2 \cdot U = 0,9 \cdot T$. Somit ist der $C_p = 1/0,9 = 1,11$ noch bevor überhaupt nur ein Teil gemessen wurde. Das Erreichen eines Sollwertes von $C_p \geq 1,33$ ist definitiv nicht mehr möglich.

Letztlich handelt es sich dabei einfach um eine Fehlinterpretation dieses Hinweises. Den Autoren ging es wohl eher um die Diskussion, ob der Eignungskennwert ähnlich historischer Angaben mit „halben“ Streubreiten U als U/T anzugeben ist, so wie es auch in der 1. Auflage des VDA Band 5 noch zu finden war, oder ob man analog zu Ergebnissen der Messsystemanalyse immer den gesamten Streubereich $2 \cdot U$ als Grundlage nimmt. Die Entscheidung

zu $Q_{M^*} = \frac{2 \cdot U_{M^*}}{T}$ war sicher sinnvoll, um Anwender verwandter Verfahren nicht vollends zu verwirren. Man setzt seitdem konsequent eine gesamte Streubreite ins Verhältnis zur gesamten Toleranz.

PRÜFPROZESSEIGNUNG UND TOLERANZEINSCHRÄNKUNG

Versteckt im Hintergrund zeigt sich hier aber auch ein zweites Missverständnis. Das dazu übliche Gespräch verläuft oftmals so:

Frage: „Sagen Sie, wenn ich einen $Q_{MP} = 26\%$ erreicht habe, dann ist der Messprozess geeignet und ich kann ihn für meine Prozessanalyse einsetzen. Wenn ich nun zur Prozessfähigkeit übergehe, muss ich dann den C_{pk} auch auf die reduzierte Toleranz berechnen?“

Antwort: „Nein, Maschinen- und Prozessfähigkeiten müssen auf die vorgegebenen Toleranzen bezogen werden. Die vorhandene Messunsicherheit wirkt sich ja schon dadurch auf die Ergebnisse aus, dass die beobachtete Prozessstreuung vergrößert wird. Sie darf dann nicht ein zweites Mal einbezogen werden, indem man die Toleranzen reduziert.“

Frage: „Und wann muss ich die Toleranzen einschränken?“

Antwort: „Immer dann, wenn Sie Konformitätsprüfungen machen. Wenn Sie also ein Teil prüfen und dann entscheiden wollen, ob der Messwert genau dieses Teiles innerhalb der Toleranz liegt.“

Frage: „Aha!?! Heißt also, ich ziehe bei der Konformitätsprüfung mit $Q_{MP} = 26\%$ beiderseits an der Toleranz je 13% ab, richtig?“

Antwort: „Ja.“

Frage: „Und wenn mein Messprozess nun einen $Q_{MP} = 32\%$ hätte, dann müsste ich beiderseits 16% abziehen.“

Antwort: „Das ist richtig.“

Frage: „Ja, aber das geht ja nicht, denn dann wäre der Messprozess ja gar nicht geeignet...“

Antwort/Gegenfrage: „Geeignet wofür ...?“

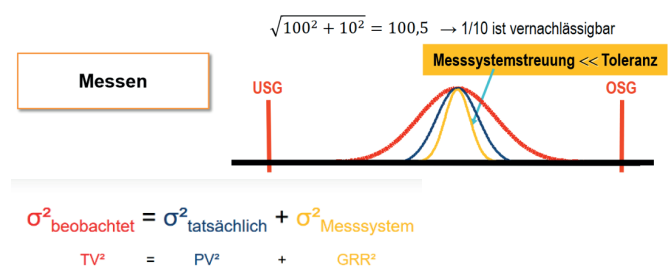
Spätestens jetzt beginnt das Grübeln und bald wird klar, dass wir hier sehr gerne zwei Dinge vermischen. Es geht, ganz allgemein gesagt, um die Begrifflichkeit von „Messen“ und „Prüfen“.

- Ein Eignungsnachweis bezieht sich auf eine Aufgabenstellung, die in unserem Fall NICHT die Konformitätsprüfung ist. Typischerweise brauchen wir Eignungsnachweise für Messprozesse, mit denen wir wiederum die Eignung von Maschinen und Prozessen nachweisen bzw. mit denen wir Prozesse regeln (SPC). Dort beobachten wir im Wesentlichen Streuungen, genauer gesagt Streuungen der Prozesslage und der Prozessstreuung. Wir nutzen also das Messsystem nur zum Messen, zur reinen Informationsgewinnung.

In diesem Falle wirkt sich die Messunsicherheit als Vergrößerung der Streuung aus. Streuungen wiederum addieren sich quadratisch. Erhöhen wir also die Prozessstreuung σ_p um eine Messprozessstreuung von 10% der Prozessstreuung ($\sigma_{MP} = 0,1 \cdot \sigma_p$), so erhöht sich die Gesamtstreuung σ_{total} auf:

$$\sigma_{total} = \sqrt{(\sigma_p^2 + 0,1^2 \cdot \sigma_p^2)} = 1,005 \cdot \sigma_p^2$$

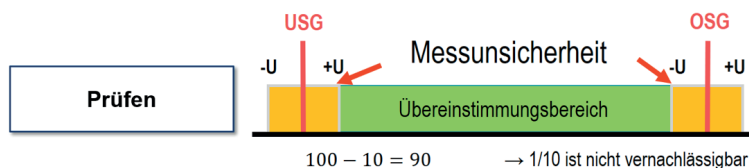
Die Gesamtstreuung erhöht sich also um vernachlässigbare 0,5%. Selbst wenn wir 30% aufschlagen, erhöht sich die Gesamtstreuung nur um 4,4%. Aus solchen Bedingungen leiten wir ab, dass das Messsystem geeignet ist und keine weiteren Aktionen erforderlich sind.



- Eine andere Anwendung ist die Konformitätsprüfung einzelner Teile. Dort nehmen wir von jedem Teil einen Messwert, vergleichen genau diesen einen Wert mit der Toleranz und fällen einen Prüfentscheid. Wir nutzen also den Messprozess, um eine Information über ein Teil zu erhalten, die wir danach prüfend mit Grenzwertvorgaben vergleichen.

In diesem Fall wirkt sich die Messunsicherheit als „Ungewissheit“ bezüglich des wahren Wertes des Teils aus. Wir müssen demnach einen Sicherheitsabstand von den Grenzwerten haben und die Toleranzen auf „Akzeptanzgrenzen“ reduzieren.

Ist die Unsicherheit $U = 5\%T$, dann müssen wir beidseitige Toleranzen um $2 \cdot U = 10\%T$ einschränken, es bleiben also nur 90% übrig. Ist $U = 10\%$, dann bleiben nur 80% der Toleranz übrig. Es gibt keine Unsicherheit, die hier als „ist ok, reden wir nicht mehr drüber“ zu bewerten ist. Der Eignungsindex ist in diesem Fall nicht relevant.

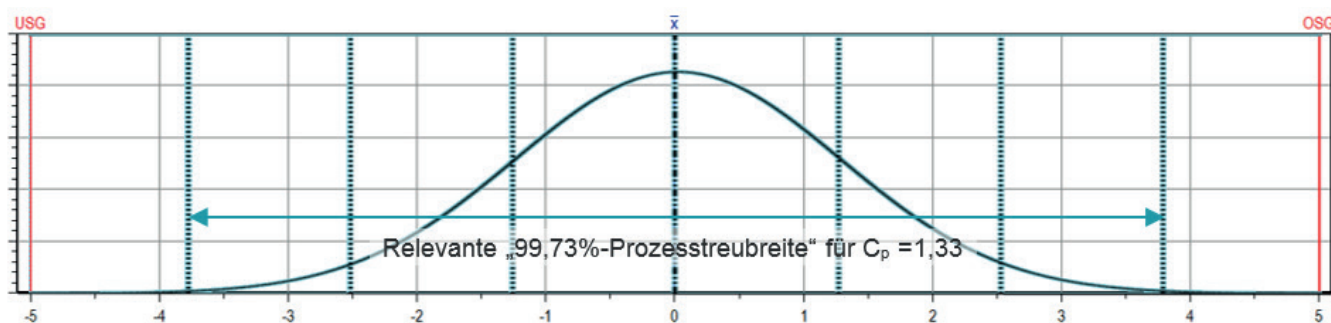


Das heißt, der Begriff „geeignet“ in Bezug auf die Anforderung $Q_{MS} \leq 30\%$ ist vorrangig relevant für Messprozesse (MFU, PFU, SPC). Für Prüfprozesse (Konformität) ist eine „Eignung“ nur bedingt sinnvoll, denn die erweiterte Messunsicherheit U wird immer an den Toleranzen berücksichtigt.

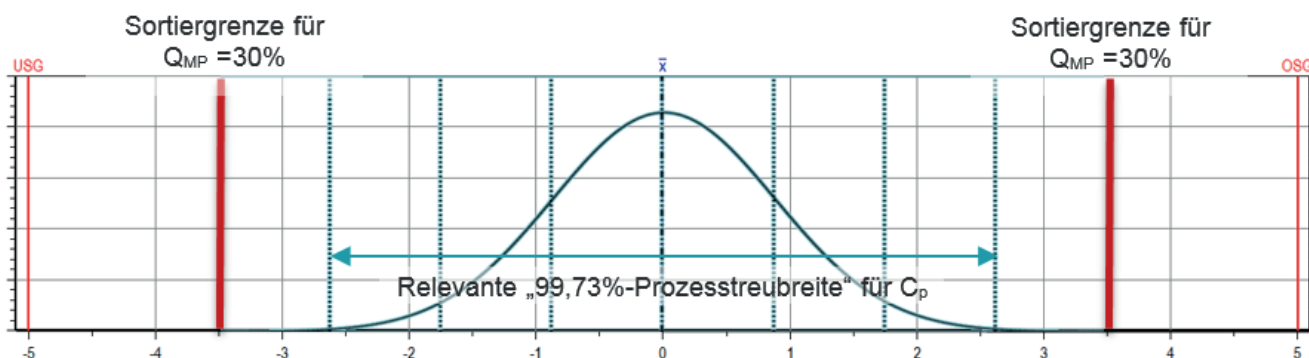
Es gibt nur einen „Sonderfall“: Ist die Prozessfähigkeit sehr groß und die Unsicherheit sehr klein, dann werden in dem Unsicherheitsbereich um die Toleranzgrenzen sehr wenige Teile entstehen, wodurch das Risiko eines Fehlentscheids vernachlässigbar klein wird und auf eine Toleranzeinschränkung verzichtet werden kann.

PROZESSE NICHT FÄHIG - MACHT NIX, WIR MESSEN 100%!

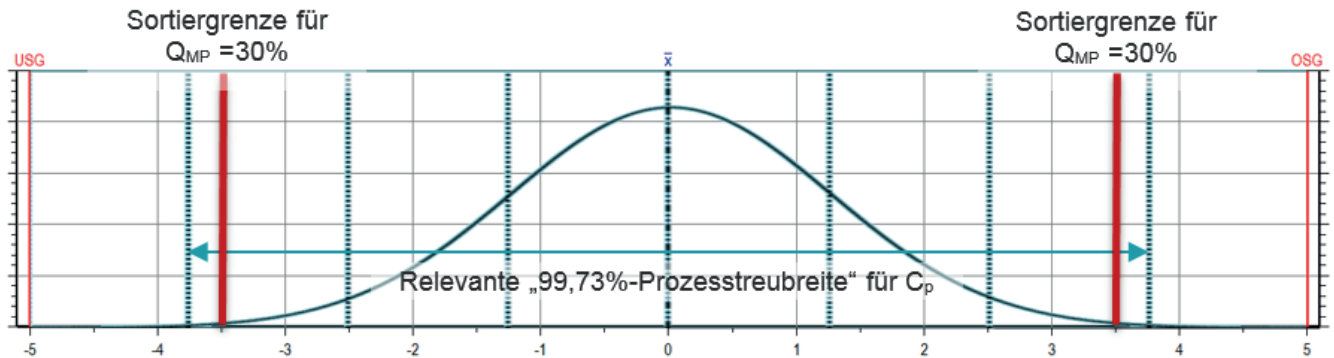
Auch darüber lässt sich genussvoll diskutieren. Meine Behauptung vorweg: Es gibt kaum einen Irrtum, der uns teurer zu stehen kommt ...



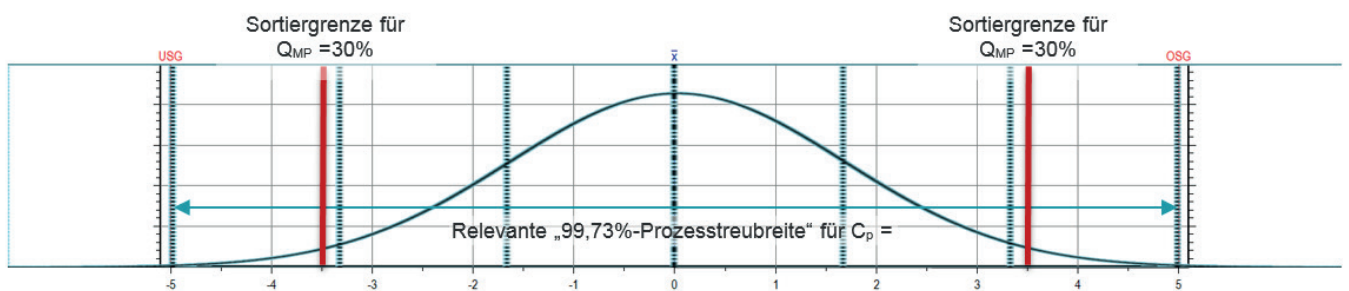
Erlauben wir im folgenden Text einen $Q_{MP} \leq 30\%$, dann dürfen wir in der 100%-Prüfung nur Teile freigeben, die innerhalb einer 70%-Zone der Toleranz liegen. Soll nun auch der deklarierte Überschreitungsanteil ebenfalls kleiner 63ppm sein, dann müssen 99,9957% der Werte („8s“) innerhalb der 70%-Zone liegen, d. h. Sie brauchen Prozesse mit einem Fähigkeitsindex $C_p = 1,9$. Macht das Sinn? Wohl eher nicht.



Also lassen wir unseren Prozess bei $C_p = 1,33$ und machen statt SPC eine 100%-Prüfung. Dann erhöhen wir unseren „geregelten“ SPC-Ausschuss von 63 ppm auf einen 100%-„Prüfausschuss“ von 5110 ppm. Ob das Sinn macht? Unter den 5110 ppm ist natürlich eine große Menge Pseudo-Ausschuss, den wir aber nicht sicher vom „richtigen“ Ausschuss trennen können.



Noch schlimmer bei dem Ansatz, dass bei 100%-Prüfungen auch ein Fähigkeitsindex von $C_p = 1$ reicht. Der produzierte Ausschuss von 2700 ppm erhöht sich dann auf einen „geprüften“ Ausschuss von 35730 ppm.



Natürlich ist es wahr, dass beim Kunden „kein defektes Teil ankommt“, aber das Errechnen der Ausschusskosten überlasse ich gerne dem geneigten Leser. Für Ihren konkreten Fall müssen Sie die Werte natürlich mit Ihrer tatsächlich vorliegenden Messunsicherheit berechnen.

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

Den ersten Teil der Artikelserie verpasst? Lesen Sie ihn [hier](#).