



Leseprobe

Edgar Dietrich, Stephan Conrad

Eignungsnachweis von Messsystemen

ISBN (Buch): 978-3-446-44331-0

ISBN (E-Book): 978-3-446-44378-5

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44331-0>

sowie im Buchhandel.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Messsystem und Messprozess	8
3	Vorgehensweise in der Übersicht.....	10
3.1	Abfolge	10
3.2	Vorbereitung	12
4	Die Verfahren	14
4.1	Auflösung des Messgerätes	14
4.1.1	Abweichende Anforderungen	16
4.2	Unsicherheit des Referenzteils.....	16
4.3	Verfahren 1: C_g/C_{gk}	18
4.3.1	Vorbereitung	18
4.3.2	Ablauf.....	20
4.3.3	Berechnung.....	24
4.3.4	Beurteilung der Ergebnisse	26
4.3.5	Kritische Punkte.....	30
4.3.6	Dokumentation der Untersuchung.....	32
4.3.7	Test auf signifikanten Bias nach AIAG Core Tool MSA..	36
4.4	Linearität	40
4.4.1	Vorbemerkung.....	40
4.4.2	Linearitätsstudie über systematische Messabweichungen.....	42
4.4.3	Linearitätsstudie anhand Regressionsanalyse	46
4.4.4	Untersuchung an der Spezifikationsgrenze.....	50
4.5	Verfahren 2: %GRR – Methode mit Bedienerinfluss..	52
4.5.1	Ablauf.....	54
4.5.2	Grafische Beurteilung.....	58

4.5.3	Auswertung nach der ARM – Methode	60
4.5.4	Auswertung nach der ANOVA–Methode.....	60
4.5.5	Dokumentation der Untersuchung.....	70
4.5.6	Auswertung nach MSA 4 th Edition	74
4.6	Verfahren 3.....	82
4.6.1	Vorbemerkungen.....	82
4.6.2	Ablauf.....	84
4.6.3	Grafische Beurteilung.....	88
4.6.4	Berechnung nach ANOVA oder ARM.....	88
4.6.5	Beurteilung der Ergebnisse	90
4.6.6	Dokumentation der Untersuchung.....	92
4.6.7	Auswertung nach AIAG MSA 4 th Edition	94
4.7	Messbeständigkeit / Stabilität.....	96
4.8	Attributive Mess- und Prüfprozesse.....	104
5	Nicht fähige Messsysteme.....	114
6	Anhang	124
6.1	Literatur.....	124
6.2	Abkürzungen.....	126

Vorwort zur 4. Auflage

Abweichend von der üblichen Vorgehensweise haben wir aus Platzgründen beschlossen, in diesem Buch weiterhin die Vorworte zu älteren Auflagen nicht abzudrucken. Schließlich soll es ein „Taschenbuch“ im wahrsten Sinne des Wortes bleiben, passend selbst für die Hemdtasche auf dem Weg zum nächsten Meeting und den Gang durch die Fertigung.

Bei der Neubeschaffung bzw. Neueinrichtung von Messsystemen ist der Eignungsnachweis Voraussetzung für den Einsatz eines Messgerätes. Der Nachweis basiert auf statistischen Methoden die bis heute nicht in der Art genormt sind, wie sie in den Unternehmen zum Standard geworden sind. Von daher sind in verschiedenen Konzernen unterschiedliche Vorgehens- und Betrachtungsweisen entstanden. Um das Jahr 2000 wurde von einem Arbeitskreis der Automobilindustrie zu diesem Thema ein Leitfaden [14] für eine einheitliche Vorgehensweise erstellt (siehe www.q-das.de, „Download-Center“). Hierauf basierend werden in den folgenden Abschnitten die einzelnen Schritte der Abnahme bzw. Beurteilung von Messsystemen erläutert und zur besseren Verständlichkeit durch Fallbeispiele untermauert. Parallel dazu werden die Methoden der AIAG Core Tool MSA 4th Edition (2010) diskutiert und Verbindungen zum VDA Band 5 „Prüfprozesseignung“ (2011) hergestellt.

In der 4. Auflage dieses Buches wird darüber hinaus vermehrt Wert auf die Berücksichtigung von „Stolperfallen“ der MSA gelegt und Tipps zu Sonderfällen werden aufgezeigt. Zusammenfassend sind in diesem Buch die wichtigsten Grundlagen der aktuellen Richtlinien aus der Automobilindustrie beschrieben.

Sämtliche Bildschirmausdrucke stammen von dem Q-DAS® Produkt solara.MP® (www.q-das.de). Damit können Anwender von solara.MP® und destra® die Vorgehensweisen mit Testbeispielen nachvollziehen. Für Fragen stehen Ihnen die Autoren per Email an stephan.conrad@teq.de gerne zur Verfügung.

Weinheim, August 2014

Edgar Dietrich
Stephan Conrad

4.5.6 Auswertung nach MSA 4th Edition

4.5.6.1 Unterschiede im Überblick

Die AIAG Core Tool MSA empfiehlt seit der 4. Auflage ebenfalls die Berechnung der Kennwerte mit der ANOVA-Methode. Allerdings wird ein Bezug der Ergebnisse immer zur Total Variation TV hergestellt, also zur beobachteten Fertigungsprozessstreuung. Für die Ermittlung dieser Prozessstreuung gibt es mehrere priorisierte Methoden.

Der Grenzwert ist mehrstufig, d. h. es gibt fähige, bedingt fähige und nicht fähige Messmittel.

Als „additional width metric“ nennt die MSA den Kennwert ndc (number of distinct categories), die Anzahl unterscheidbarer Messwertklassen. Bezugsgröße für ndc ist die Part Variation PV.

4.5.6.2 Die Bezugsgröße TV

Nach AIAG Core Tool MSA ist die Bezugsgröße für GRR die Total Variation TV, die beobachtete Gesamtstreuung des Fertigungsprozesses. Da diese Gesamtstreuung als Standardabweichung ausgedrückt werden kann, verzichtet die AIAG MSA wenn möglich auf die Berechnung von erweiterten Streubereichen und vergleicht vorzugsweise Standardabweichungen.

Es gilt

$$TV^2 = PV^2 + GRR^2$$



Wichtige Punkte zu Verfahren 2 aus der AIAG MSA 4th Edition:

- Die Benennung „Verfahren 2“ findet sich dort nicht wieder, die Methode heißt „Gage Repeatability und Reproducibility“ und steht an 5. Stelle im Kapitel III.B
- Der Bezug für %GRR ist die Total Variation, die vorliegende beobachtete Prozessstreuung, die mit unterschiedlichen priorisierten Methoden ermittelt werden kann
- Ist die aktuelle Prozessstreuung nicht aus dem Versuch schätzbar (Priorität 1), dann dürfen alternative Schätzmethoden angewandt werden, dazu gehört auch die Annahme der Toleranz als Bezug (Priorität 4)
- Erklärtes Ziel der AIAG MSA ist, Standardabweichungen zu vergleichen. Falls GRR auf die Toleranz T bezogen wird, dann muss GRR mit dem Faktor 6 erweitert werden (bzw. der Bezug ist T/6)
- Nach AIAG MSA gilt: Ein Messsystem mit einer Streuung von
 - o $\%GRR \leq 10\%$ kann im allgemeinen als fähig angesehen werden
 - o $10\% \leq \%GRR \leq 30\%$ kann für einige Anwendungen akzeptabel sein (Risikoanalyse erforderlich, Kunden einbeziehen)
 - o $\%GRR \geq 30\%$ wird als nicht akzeptabel angesehen
- Die Anwendung der ANOVA-Methode ist „recommended“
- Eine „additional width error metric“ ist der Kennwert ndc, die „Anzahl unterscheidbarer Messwertklassen“

Abb. 4-39: Abweichende Vorgehensweise nach AIAG MSA 4th Edition

Die Total Variation TV kann mit folgenden Methoden ermittelt werden, wobei die Reihenfolge auch die Priorisierung darstellt.

1. Ermittlung der Part Variation PV aus den typischerweise 10 repräsentativ ausgewählten Messobjekten. Mit dem in Verfahren 2 ermittelten Wert für GRR kann $TV = \sqrt{PV^2 + GRR^2}$ errechnet werden.
2. Sind keine repräsentativen Teile vorhanden, kann TV aus einer bekannten (historischen) Prozessstreuung geschätzt werden. Es gilt $TV = 1/6$ Prozessstreuung, wobei keine Angaben gemacht werden, wie die Prozessstreuung errechnet wird. Üblich ist die Annahme des 99,73% Streubereiches, bei Normalverteilung identisch mit $6s$.
3. Sind keine bekannten historischen Daten verfügbar, so kann aus einer Fähigkeitsforderung P_p oder C_p für den Fertigungsprozess die maximal erlaubte Prozessstreuung $TV = T / (6 \cdot C_p)$ geschätzt werden.
4. Sind auch keine Fähigkeitsforderungen vorhanden, dann kann als Referenz $1/6$ der Toleranz herangezogen werden $TV = T/6$. Dies entspricht der in der Automobilindustrie üblichen Vorgehensweise.

In der praktischen Umsetzung kann ein Prozessbezug in Ausnahmefällen sinnvoll sein. Meist ist sehr schwer zu beurteilen, ob die Messobjekte einen Fertigungsprozess repräsentativ darstellen. Oftmals werden fälschlicherweise Teile gezielt über die Toleranz oder die erwartete Prozessstreuung ausgesucht, was aber nicht einer repräsentativen Stichprobe entspricht. Bei der Ermittlung von PV aus 10 Teilen, die den 99,73% Streubereich des Prozesses komplett überdecken, wird die Referenz um 100-200% überschätzt.

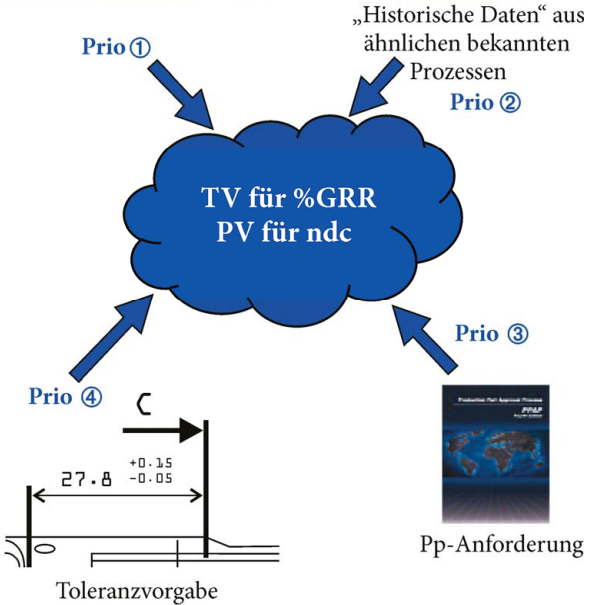
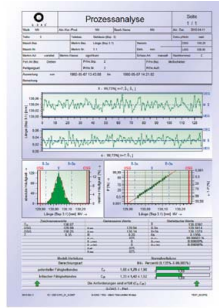
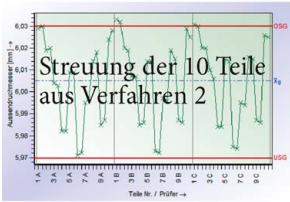


Abb. 4-40: Bezugsgrößen nach AIAG MSA 4th Edition

4.5.6.3 Kennwert ndc

Unter ndc (number of distinct categories) versteht man die Anzahl der Kategorien (Klassen), die durch ein Messsystem noch eindeutig unterschieden werden können.

$$\text{ndc} = \sqrt{2} \cdot (\text{PV}/\text{GRR}) \quad \text{Anforderung } \text{ndc} \geq 5$$

Das Ergebnis ist immer auf die nächste ganze Zahl abzurunden, bei $\text{ndc} = 0$ gilt $\text{ndc} = 1$.

Die Bezugsgröße PV ergibt sich nach AIAG MSA 4th Edition [1] aus Ermittlung von TV.

1. TV aus repräsentativen Teilen: Die dabei ermittelte Part Variation PV gilt als Referenz für den ndc

2. TV aus historischen Daten: $\text{PV} = \sqrt{\text{TV}^2 - \text{GRR}^2}$

3. TV aus P_p/C_p : $\text{PV} = \sqrt{\left(\frac{T}{6C_p}\right)^2 - \text{GRR}^2}$

4. TV aus T/6: $\text{PV} = \sqrt{\left(\frac{T}{6}\right)^2 - \text{GRR}^2}$

Durch diesen Bezug kann allerdings ndc direkt aus %GRR errechnet werden

$$\text{ndc} = \sqrt{2 \cdot \left(\frac{1}{\% \text{GRR}^2} - 1\right)}$$

Das bedeutet, für %GRR=10% ist ndc=14, für %GRR=20% ist ndc = 6 und für %GRR = 30% ist ndc=4.

Diese Bewertung ist redundant und entspricht nicht den Anforderungen für %GRR.



Vielfach wird PV für die Berechnung des ndc pauschal über die Streuung der Messobjekte ermittelt, während %GRR auf die Toleranz bezogen wird. Damit ist ndc aber kein Maß für die Qualität des Messsystems, das in Bezug auf die Toleranz bewertet wird. Vielmehr ist der ndc eine Aussage über die Streuung der in der Studie benutzten Teile.

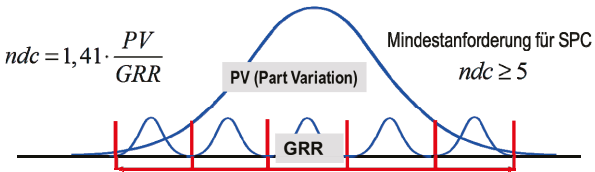


Abb. 4-41: ndc teilebezogen