



Leseprobe

Edgar Dietrich, Michael Radeck

Prüfprozesseignung nach VDA 5 und ISO 22514-7

ISBN (Buch): 978-3-446-44332-7

ISBN (E-Book): 978-3-446-44377-8

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44332-7>

sowie im Buchhandel.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Begriffe | 6 |
| 2 | Ermittlungsmethoden für Standardunsicherheiten | 14 |
| 2.1 | Festlegen der zu berücksichtigenden Einflussgrößen .. | 14 |
| 2.2 | Auswahl eines Messsystems | 16 |
| 2.3 | Betrachtung des Messsystems und des Messprozesses | 16 |
| 2.4 | Ermittlungsmethoden für Standardunsicherheiten | 16 |
| 2.4.1 | Standardunsicherheit nach der Ermittlungsmethode A (Auswerten eines Versuchs) | 18 |
| 2.4.2 | Standardunsicherheit nach der Ermittlungsmethode B (Bekannte Werte) | 18 |
| 2.4.3 | Zusammenfassung der Ermittlungsmethoden | 20 |
| 2.5 | Kombinierte Standardunsicherheit | 22 |
| 2.6 | Erweiterte Messunsicherheit | 24 |
| 3 | Ablauf des Eignungsnachweises | 26 |
| 3.1 | Nachweis der Messsystemeignung (Q_{MS}) | 28 |
| 3.2 | Minimal prüfbare Toleranz des Messsystems | 28 |
| 3.3 | Nachweis der Messprozesseignung (Q_{MP}) | 30 |
| 3.4 | Minimal prüfbare Toleranz des Messprozesses | 30 |
| 3.5 | Berücksichtigung der Messunsicherheit (Toleranzanpassung) | 32 |
| 4 | Analyse eines Messsystems | 34 |
| 4.1 | Ablauf zur Ermittlung der Messsystemeignung | 36 |
| 4.1.1 | Auflösung des Messsystems | 38 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.1.2 | Messsystemeignung aus bekannter Abweichungsgrenze..... | 42 |
| 4.1.3 | Messsystemeignung gemäß einer Linearitätsstudie u_{Lin} | 48 |
| 4.1.4 | Standardunsicherheiten aus mehrfacher Durchführung des Verfahrens 1 | 54 |
| 4.1.5 | Messsystemeignung gemäß einem Verfahren 1 | 58 |
| 5 | Analyse des Messprozesses | 72 |
| 5.1.1 | Standardunsicherheiten aus einem Verfahren 2..... | 74 |
| 5.1.2 | Standardunsicherheit der Temperatur u_T | 78 |
| 5.1.3 | Standardunsicherheit des Prüfobjektes u_{OBJ} | 82 |
| 5.1.4 | Standardunsicherheit verschiedener Vorrichtungen u_{GA} | 90 |
| 5.1.5 | Standardunsicherheit der Stabilität u_{STAB} | 90 |
| 5.1.6 | Einsatz d-optimaler Versuchspläne | 92 |
| 5.1.7 | Weitere Standardunsicherheiten | 94 |
| 5.2 | Ablauf zur Ermittlung der Messprozesseignung | 94 |
| 5.2.1 | Kombinierte Standardunsicherheit des Messprozesses | 94 |
| 5.2.2 | Erweiterte Messunsicherheit des Messprozesses | 100 |
| 5.2.3 | Fallbeispiel „Längenmessung mit einem Standardprüfmittel“ | 100 |
| 6 | Anhang | 114 |
| 6.1 | Messunsicherheitsbestimmung gemäß GUM..... | 114 |
| 6.2 | Formeln zur einfachen balancierten Varianzanalyse für eine Zufallskomponente A | 118 |
| 6.3 | Literatur | 124 |
| 6.4 | Abkürzungen..... | 126 |

Vorwort zur 1. Auflage

Mit dem VDA Band 5 „Prüfprozesseignung“ [14] und der Norm ISO 22514-7 [12] wurde die Brücke gebaut, welche die pragmatisch orientierten Verfahren der Messsystemanalyse, wie diese in der MSA [1] Measurement Systems Analysis beschrieben ist, mit dem Konzept der Ermittlung eines Unsicherheitsbudgets nach GUM [9] verbindet: So lassen sich Ergebnisse aus den bekannten Messsystemanalysen Verfahren 1 und 2 einfach in eine Unsicherheitsstudie übernehmen. Auch wurden die Tugenden der Messsystemanalyse-Verfahren übernommen:

Unsicherheiten werden hauptsächlich aus praktischen Versuchen ermittelt

Einführung des Konzeptes der Fähigkeitskennwerte mit Entscheidungsregeln für die Annahme oder Rückweisung eines Messprozesses.

Insgesamt ist die Prüfprozesseignung im Sinne des VDA 5 bzw. ISO 22514-7 eine gelungene „Übersetzung“ des GUM für die Praktiker in den Fertigungsbetrieben. Möge dieses Büchlein Ihnen helfen, einen leichten Zugang zu dem Thema zu finden.

Weinheim, August 2014

Edgar Dietrich

Michael Radeck

3 Ablauf des Eignungsnachweises

Auf der Grundlage der erweiterten Messunsicherheit werden Kenngrößen für den Eignungsnachweis berechnet und diese mit den höchstzulässigen Werten verglichen. Insgesamt ergeben sich aus den Analyse-Ergebnissen drei Anwendungen:

- 1) Nachweis der Messsystemeignung (Q_{MS})
- 2) Nachweis der Messprozesseignung (Q_{MP})
- 3) Berücksichtigung der Messunsicherheit (Toleranzanpassung)

Das Schema zur Beurteilung der

- ▶ Standardunsicherheiten $u(x_A)$, $u(x_B)$
- ▶ Erweiterte Messunsicherheit U_{MS} , U_{MP}
- ▶ Eignungskennwerte Q_{MS} , Q_{MP}
- ▶ Minimale Toleranz $T_{MIN-UMS}$, $T_{MIN-UMP}$

ist in Abb. 3-1 dargestellt.



Abb. 3-1: Grobschema der Messunsicherheitsbestimmung

3.1 Nachweis der Messsystemeignung (Q_{MS})

Für die Beurteilung, ob das Messsystem für die Anwendung geeignet sein könnte (vorläufiger Entscheidung), wird die **Eignungskenngröße des Messsystems Q_{MS}** berechnet.

Der errechnete Eignungskennwert wird mit dem höchstzulässigen Wert $Q_{MS_max} = 15\%$ (Empfehlung) verglichen.

In Worten: Ist das Ergebnis für den Eignungskennwert Q_{MS} kleiner oder höchstens gleich 15 %, so sind die Anforderungen erfüllt. Ist der Eignungskennwert jedoch größer als 15 %, so sind Verbesserungen am Messsystem durchzuführen oder es ist ein anderes Messsystem auszuwählen. Das Eignungsnachweisverfahren muss nach der Verbesserungsmaßnahme bzw. nach der Auswahl eines anderen Messsystems erneut durchgeführt werden.

3.2 Minimal prüfbare Toleranz des Messsystems

Setzt man in die Berechnungsformel für den Eignungskennwert Q_{MS} den höchstzulässigen Wert $Q_{MS_max} = 15\%$ ein und stellt die Formel nach der Toleranz um, so erhält man die **minimal prüfbare Toleranz des Messsystems TOL_{MIN_UMS}** .

Hat das Messsystem die Anforderung bezüglich Q_{MS} erfüllt, so wird die zweite Abnahmestufe begonnen, also die Betrachtung auf den gesamten Messprozess ausgeweitet.

| Unsicherheits-Komponenten | Symbol | Kombinierte Messunsicherheiten |
|-----------------------------|-----------|--|
| Kalibrierung Normal | u_{CAL} | $u_{MS} = \sqrt{u_{CAL}^2 + \max\{u_{EVR}^2, u_{RE}^2\} + u_{BI}^2 + u_{LIN}^2}$ |
| Systemtische Messabweichung | u_{BI} | |
| Linearitätsabweichung | u_{LIN} | $u_{MS} = \sqrt{\frac{MPE^2}{3}}$ |
| Wiederholbarkeit am Normal | u_{EVR} | |
| Fehlergrenzwert | MPE | $u_{MS} = \sqrt{\frac{MPE_1^2}{3} + \frac{MPE_2^2}{3} \dots}$ |

| Erweiterte Messunsicherheiten Eignung Minimale Toleranz |
|--|
| $U_{MS} = k \cdot u_{MS}$ |
| $Q_{MS} = \frac{2 \cdot U_{MS}}{TOL} \cdot 100\%$ |
| $T_{MIN-UMS} = \frac{2 \cdot U_{MS}}{Q_{MS_max}} \cdot 100\%$ |

Abb. 3-2: Schema für den Eignungsnachweis des Messsystems

3.3 Nachweis der Messprozesseignung (Q_{MP})

Das Ermittlungsschema ist analog zu demjenigen der Messsystemeignung. Mit der erweiterten Messunsicherheit des Messprozesses U_{MP} und der Toleranz des zu messenden Merkmals TOL berechnet man den Eignungskennwert des Messprozesses Q_{MP} .

Die Anforderung an den Messprozess lautet:
 $Q_{MP} \leq Q_{MP_max} = 30\%$

In Worten: Ist das Ergebnis für den Eignungskennwert des Messprozesses Q_{MP} kleiner oder höchstens gleich 30 %, so sind die Anforderungen erfüllt. Ist jedoch der Eignungskennwert Q_{MP} größer als 30 %, so sind die Anforderungen nicht erfüllt und der Messprozess muss verbessert werden. Hierbei sollte man das Pareto-Prinzip berücksichtigen: Bei der Verbesserung bemühe man sich um das Reduzieren der größten Unsicherheitskomponenten.

3.4 Minimal prüfbare Toleranz des Messprozesses

Setzt man in die Formel den empfohlenen Grenzwert Q_{MP_max} ein und stellt die Formel nach der Toleranz um, so erhält man die **minimal prüfbare Toleranz des Messprozesses** TOL_{MIN_QMP} :

Hinweis: Die minimal prüfbare Toleranz des Messprozesses TOL_{MIN_QMP} ist eine hilfreiche Informationsquelle bei der Auswahl eines Messprozesses für ein neues Produkt(-merkmal).

| Unsicherheitskomponenten | Symbol | Kombinierte Messunsicherheiten |
|------------------------------------|------------|--|
| Wiederholbarkeit am Prüfobjekt | u_{EVO} | $ \begin{aligned} & u_{CAL}^2 \\ & + \max(u_{EVR}^2, u_{EVO}^2, u_{RE}^2) \\ & + u_{BI}^2 + u_{LIN}^2 \\ & + u_{AV}^2 + u_{GV}^2 + u_{STAB}^2 + u_{OBJ}^2 \\ & + u_T^2 + u_{REST}^2 + \sum_I u_{IAi}^2 \end{aligned} $ |
| Vergleichbarkeit der Bediener | u_{AV} | |
| Vergleichbarkeit Messvorrichtungen | u_{GV} | |
| Vergleichbarkeit Zeitpunkte | u_{STAB} | |
| Wechselwirkung(en) | u_{IAi} | |
| Inhomogenität Prüfobjekt | u_{OBJ} | |
| Auflösung Anzeige | u_{RE} | |
| Temperatur | u_T | |
| Rest | u_{REST} | |

| Erweiterte Messunsicherheiten Eignung Minimale Toleranz |
|--|
| $U_{MP} = k \cdot u_{MP}$ |
| $Q_{MP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{TOL} \cdot 100\%$ |
| $T_{MIN - UMP} = \frac{2 \cdot U_{MP}}{Q_{MP_max}} \cdot 100\%$ |

Abb. 3-3: Schema für den Eignungsnachweis des Messprozesses