



QUALITY APP

Messsystemanalyse

komplett

**Hinweise zur Validierung der Programme
MSA1, MSA2, MSA3,
MSA4, MSA5, MSA6, MSA7**

Dr. Konrad Reuter

TQU VERLAG

Inhalt

Validierung Messtechnischer Software mit Microsoft® EXCEL.....	3
Grundsatz zu EXCEL	3
Methoden der Validierung	3
Vergleichsdaten.....	3
Überwachung der Formelbezüge	3
Praktische Erprobung	3
Bestätigung der Steinbeis-Hochschule.....	3
Verfahren1: Wiederholbarkeit	4
Verfahren 2: Wiederholbarkeit & Vergleichbarkeit	4
Verfahren 3: Wiederholbarkeit&Vergleichbarkeit ohne Prüferinfluss.....	5
Verfahren 4: Linearität	5
Verfahren 5: Messbeständigkeit.....	6
Verfahren 6: Attributive Verfahren	6
Verfahren kappa.....	6
Verfahren Signalentdeckung	6
Verfahren Effektivität	6
Verfahren 7: Test auf Symmetrie (Bowker-Test).....	7
Literatur:.....	7

Validierung Messtechnischer Software mit Microsoft® EXCEL

Grundsatz zu EXCEL

Das verwendete Programm Microsoft® EXCEL gilt grundsätzlich als validiert. Dies betrifft auch die statistischen Berechnungen, über die das Programm verfügt. Die Problematik aller Software mit der Gleitkommarithmetik ist auch hierbei zu beachten. So wird bei Vergleichen zu Null oder Grenzwerten mit geeignet gerundeten Werten gerechnet.

Methoden der Validierung

Vergleichsdaten

Ein anerkanntes Verfahren der Validierung besteht darin, die eigenen Berechnungen mit anerkannten Vergleichsdaten nachzuvollziehen, bzw. die eigenen Berechnungen mit anderen validierten Programmen zu vergleichen (ggf. mit Taschenrechner).

Anerkannte Vergleichsdaten sind Daten aus Normen, Standards oder anerkannten Monographien. Einige solcher Standards auf dem Gebiet der Messmittelfähigkeit sind die im Anhang aufgeführten Normen, Leitfäden und Monografien. Die vorliegenden Berechnungen nach den Verfahren MSA1 bis MSA7 sind mit dem im Anhang genannten Quelldaten und Rechenergebnisse überprüft.

Einige Berechnungen ermöglichen das Einkopieren der Quelldaten per VBA-Makro und den automatischen Vergleich zu wesentlichen Referenzergebnissen im Blatt – „Testdaten“ bzw. „Validierung“.

Überwachung der Formelbezüge

Ein weiteres Verfahren der Validierung besteht darin, die Eingabe von Daten in die Berechnungen zu überwachen, damit keine unsinnigen Daten in die Berechnung eingehen können (z.B. Division/0). Eine Überprüfung aller Formelbezüge ist sinnvoll (Vorwärts- und Rückwärtsprüfung).

Praktische Erprobung

Die Erprobung der Software in der Anwendung durch erfahrene Praktiker ist ebenfalls Bestandteil der Validierung. Die Einarbeitung entsprechender Rückmeldungen und Verbesserungen ist erfolgt.

Dr. Konrad Reuter

Leipzig / Ulm den 15.12.2014

Bestätigung der Steinbeis-Hochschule

Das Institut für Business Excellence der Steinbeis-Hochschule bestätigt die in dieser Vorlage gemachten Aussagen und Ergebnisse zur Validierung der Vorgehensweise in den Programmen MSA1, MSA2, MSA3, MSA4, MSA5, MSA6, MSA7 des TQU VERLAGS.

Berlin, den 01.12.2014, ergänzt 06.07.2018



Verfahren1: Wiederholbarkeit

638TQUMSA1.xlsm

Quelle Testdaten Dietrich, E. Schulze A.; Prüfprozesseignung, Hanser Verlag 3. Auflage 2007
 Seite 62 Fallbeispiel 1
 $x_m = 20,302$ mm
 OSG = 20,45 mm
 USG = 20,15 mm

Bemerkung: Obwohl nach VDA die Faktoren 4 bzw. 2 vorgeschlagen werden, sind die Referenzdaten mit den Faktoren 6 bzw. 3 berechnet worden (entsprechend AIAG).

Die Ergebnisse stimmen mit den Referenzdaten überein.

Verfahren 2:Wiederholbarkeit & Vergleichbarkeit

636TQUMSA.xlsm

Quelle Testdaten AIAG MSA Fourth Edition 2010
 Seite 118 Figure III-B 15

Bemerkung: Die Testdaten werden sowohl nach dem ARM-Verfahren als auch nach dem ANOVA Verfahren berechnet.
 Zusätzlich wurden mit STATGRAPHICS Centurion aus den Testdaten die Fälle mit nur zwei Prüfen als auch nur 9 Teilen verglichen.

Tabelle des Vergleiches der Ergebnisse

Eigene Berechnung			STATGRAPHICS		Referenz AIAG	
Standardabweichung		Stabw	Element	Sigma	Element	Std. Dev. (σ)
des Messmittels	EV	0,199933	Wiederholpräzision	0,199933	EV	0,199933
des Prüfers	AV	0,226838	Vergleichspräzision	0,226838	AV	0,226838
Wiederholbarkeit & Vergleichbarkeit	R&R	0,302372	R&R	0,302372	GRR	0,302373
des Teils	PV	1,042327	Teile	1,042330	PV	1,042327
Gesamtstreuung	TV	1,085300	Gesamt-Variation	1,085300	TV	1,085000

Die Ergebnisse stimmen überein.

Verfahren 3:Wiederholbarkeit&Vergleichbarkeit ohne Prüferinfluss

635TQUMSA3.xlsm

Quelle Testdaten: Leitfaden BOSCH Heft 10, 2003
Seite 13

Größe	BOSCH	Berechnung
R&R	14,2 %	14,2 %

Bemerkung: Die Testdaten werden sowohl nach dem ARM-Verfahren als auch nach dem ANOVA Verfahren berechnet. Die Referenzdaten der Quelle liegen nur nach dem ARM-Verfahren vor. Zu berücksichtigen sind der gewählte Faktor (4, 50152, 6) bzw. die zugeordnete Wahrscheinlichkeit (95%, 99%, 99,72%).

Die k- Faktoren für ARM entstammen der AIAG 4. Ausgabe.

Die Ergebnisse stimmen überein.

Verfahren 4:Linearität

634TQUMSA4.xlsm

Quelle Testdaten: AIAG MSA Fourth Edition 2010
Seite 99, Table III-B 4: Linearity Study Data

Bemerkung: Die Berechnung der Quelle verwendet zur Bewertung der Linearität den t-Test auf Signifikanz von Anstieg (*slope*) und Achsenwert (*intercept*) zu einem Signifikanzniveau von 95% einer linearen Regression.

Weitergehende Berechnungen z.B. mit einem Ausgleichspolynom 3. Potenz (kubische Parabel) werden in der Quelle nicht durchgeführt.

	t-Statistik für Anstieg	t-Statistik für Achsabschnitt
AIAG	12,0426	10,1575
Berechnung	12,0426	10,1575

Die Ergebnisse stimmen überein.

Verfahren 5: Messbeständigkeit

634TQUMSA4.xlsm

Quelle Testdaten: Leitfaden BOSCH Heft 10, 2003
Seite 17

Bemerkung: Das Verfahren 5 nach BOSCH verwendet eine \bar{x} - s Regelkarte. Wie im Blatt „Hinweise“ beschrieben, wird hier die EWMA Regelkarte mit nur einer Messung verwendet. Auf die Vorteile ist in den Hinweisen verwiesen bzw. sind dort weitere Literaturquellen genannt. Insofern liegen außer der Mittelwert- und Streuungsberechnung keine Referenzergebnisse vor.

Verfahren 6: Attributive Verfahren

632TQUMSA6.xlsm

Quelle Testdaten: AIAG MSA Fourth Edition 2010
Seite 134 Table III-C Attribute Study Data Set

Bemerkung: Die Quelldaten weisen schon seit Ausgabe 2 zwei falsche Zuordnungen von Messwerten zur Toleranz auf (Teil 22, Teil 26).

Verfahren kappa

Übereinstimmung zur Referenz

kappa	A	B	C
berechnet	0,88	0,92	0,77
AIAG	0,88	0,92	0,77

Übereinstimmung der Prüfer

berechnet	A	B	C
A		0,86	0,78
B			0,79
C			

AIAG	A	B	C
A		0,86	0,78
B			0,79
C			

Verfahren Signalentdeckung

Bewertung des Messsystems	%R&R	23,8%		bedingt geeignet
----------------------------------	-----------------	--------------	--	-------------------------

Verfahren Effektivität

	übereinstimmend bei allen Versuchen			alle treffen entsprechen Referenz		
	Prüfer_A	Prüfer_B	Prüfer_C	Prüfer_A	Prüfer_B	Prüfer_C
VB oben	92,8%	96,7%	90,0%	92,8%	96,7%	90,0%
Wert	84,0%	90,0%	80,0%	84,0%	90,0%	80,0%
VB unten	70,9%	78,2%	66,3%	70,9%	78,2%	66,3%

Die Ergebnisse stimmen bei allen drei Verfahren zur Quelle überein.

Verfahren 7: Test auf Symmetrie (Bowker-Test)

631TQUMSA7.xlsm

Quelle Testdaten: VDA 5 2010 Seite 86

Häufigkeit $n_{ij} = 150$		Prüfer_B		
		+++	diff	---
Prüfer_A	+++	7	3	1
	diff	10	4	7
	---	2	1	5

Berechnung	Σ	3,76923		Chi ² =	8,603
		0,33333	4,5	p=	3,51%

Bemerkung: In VDA 5 2010 liegen die Quelldaten der Berechnung nicht vor. Der errechnete Chi² Wert wird noch mit Tabellenwerten verglichen.
EXCEL berechnet die Wahrscheinlichkeit (p = 3,51%) und der Nutzer kann dies mit den üblichen Schwellen der Signifikanz ($\alpha = 5\%$ bzw. 1%) vergleichen (bzw. erledigt dies EXCEL ebenfalls).

Die Ergebnisse stimmen überein.

Literatur:

Dietrich, E. Schulze A.; Prüfprozesseignung, Hanser Verlag, 3. Auflage 2007

AIAG MSA Fourth Edition, 2010

Leitfaden BOSCH Heft 10, 2003

VDA 5, 2010

STATGRAPHICS Centurion XVI.I, 2010