STATlum

TB-20261112

Software-Testbericht

Berechnungen von STATlum, nachgerechnet an den veröffentlichten Beispielen des MSA Reference Manual (4. Auflage), des VDA-Bands 5 und des Bosch-Hefts 10

PROGRAMM	VERSION	TESTLAUF
STATlum	0.5.0-beta.1	12.11.2026
STAND DES QUELLCODES	**LAUFZEITUMGEBUNG**	**BERICHT**
e5fe42d	.NET 10.0.402	TB-20261112

Dieser Bericht dokumentiert, ob die Berechnungen von STATlum die Zahlenbeispiele der genannten Veröffentlichungen wiedergeben. Er ist keine Zertifizierung und keine Konformitätserklärung zu einer Norm oder Richtlinie. Genannte Werke und Marken gehören ihren Inhabern, die an diesem Test nicht beteiligt sind.

Übersicht

Je Verfahren drei Testfälle. Ein Testfall ist bestanden, wenn jeder verglichene Kennwert innerhalb der zulässigen Abweichung liegt.

VERFAHREN	TEST 1	TEST 2	TEST 3
MSA 1 Messsystem am Normal	bestanden **MSA1-01** Heft 10	bestanden **MSA1-02** Heft 10	bestanden **MSA1-03** AIAG
MSA 2 Gage R&R mit Prüfereinfluss	bestanden **MSA2-01** AIAG + Heft 10	bestanden **MSA2-02** AIAG + Heft 10	bestanden **MSA2-03** Heft 10
MSA 3 Gage R&R ohne Prüfereinfluss	bestanden **MSA3-01** Heft 10	bestanden **MSA3-02** AIAG + Heft 10	bestanden **MSA3-03** Heft 10
MSA 4 Stabilität	bestanden **MSA4-01** Heft 10	bestanden **MSA4-02** AIAG	bestanden **MSA4-03** Heft 10
MSA 5 Linearität und Bias	bestanden **MSA5-01** AIAG	bestanden **MSA5-02** VDA 5	bestanden **MSA5-03** Heft 10
MSA 6 Attributiv gegen Referenz	bestanden **MSA6-01** AIAG	bestanden **MSA6-02** AIAG	bestanden **MSA6-03** Heft 10
MSA 7 Übereinstimmung der Prüfer und Signalerkennung	bestanden **MSA7-01** AIAG	bestanden **MSA7-02** Heft 10	bestanden **MSA7-03** Heft 10
MSA 7A Prüfautomat	bestanden **MSA7A-01** AIAG + Heft 10	bestanden **MSA7A-02** AIAG + Heft 10	bestanden **MSA7A-03** AIAG + Heft 10
VDA 5 Messunsicherheit von Messsystem und Messprozess	bestanden **VDA5-01** VDA 5	bestanden **VDA5-02** VDA 5	bestanden **VDA5-03** VDA 5
Bosch Heft 10 Fähigkeitsnachweis nach Heft 10	bestanden **H10-01** Heft 10	bestanden **H10-02** Heft 10	bestanden **H10-03** Heft 10

Vorgehen

Gegenstand	Geprüft werden die Rechnungen aller Verfahren von STATlum: MSA 1 bis MSA 7A, VDA 5 und der Fähigkeitsnachweis nach Bosch Heft 10. Geprüft wird der Rechenkern (Statlum.Core), über den auch Ergebnisseite, Bericht und Export ihre Zahlen beziehen.
Testfälle und Quellen	Jeder Testfall übernimmt Messwerte und Ergebnisse aus einem Zahlenbeispiel der Quelle. Messwerte stammen aus den gedruckten Tabellen, Sollwerte sind die dort gedruckten Ergebnisse. Wo ein Beispiel nur Konstanten und Rechenregeln nennt (MSA3-02, MSA3-03), ist der Sollwert mit diesen Konstanten aus den Messwerten gebildet; der Testfall nennt das. Mehrere Fälle verwenden dieselben Messwerte über verschiedene Verfahren, zum Beispiel die AIAG-Attributdaten in MSA 6, MSA 7, MSA 7A und Heft 10.
Prüfweg	Die meisten Testfälle legen eine Studie im Projektformat von STATlum an (Konfiguration und Messwerte wie in einer gespeicherten Projektdatei) und werten sie über denselben Rechenweg aus wie die Ergebnisseite des Programms. Der Fähigkeitsnachweis nach Heft 10 fasst dabei mehrere Studien desselben Merkmals zusammen. Nur die Faktorentabelle der Eingriffsgrenzen (MSA4-03) prüft eine Funktion des Rechenkerns direkt.
Zulässige Abweichung	Ein Kennwert gilt als übereinstimmend, wenn er nach Rundung auf die in der Quelle gedruckten Stellen gleich ist, also höchstens die halbe Einheit der letzten gedruckten Stelle abweicht. Wo die Quelle gerundete Zwischenwerte weiterverwendet (zum Beispiel die K-Faktoren der Mittelwert-Spannweiten-Methode), ist die zulässige Abweichung aus dieser Rundung abgeleitet und beim Kennwert begründet. Bewertungen, Ja/Nein-Angaben und Texte müssen gleich sein.
Bewertung	Ein Testfall ist bestanden, wenn alle seine Kennwerte übereinstimmen.
Grenzen	Der Test belegt die Übereinstimmung mit den gewählten Beispielen, nicht die Richtigkeit für jede denkbare Eingabe. Nicht Gegenstand sind Bedienoberfläche, Import, Druckbild der Berichte und Funktionen, die in den Beispielen nicht vorkommen (etwa der F-Test auf das lineare Modell).

Quellen

1. AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage, 2010
2. VDA Band 5: Prüfprozesseignung, 2. Auflage 2010, Stand Juli 2011 (englische Ausgabe „Capability of Measurement Processes“)
3. Robert Bosch GmbH: Qualitätsmanagement in der Bosch-Gruppe, Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019

MSA 1

Messsystem am Normal

3 / 3 bestanden

MSA1-01

bestanden

Verfahren 1 am Normal, zweiseitig begrenzt

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 4.1, Formblatt Verfahren 1, S. 11
Daten	50 Messungen am Normal 6,002 mm, Toleranz 0,060 mm (5,970 bis 6,030), Auflösung 0,001 mm
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG
Mittelwert	6,00090	6,0009000	0	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Standardabweichung s	0,00099488	0,0009948849	$4{,}9 \cdot 10^{-9}$	$\pm 5 \cdot 10^{-9}$
Bias $\lvert\bar{x} - xm\rvert$ Heft: Betrag 0,0011000	0,0011	0,001100	0	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
Cg	2,01	2,0103	$2{,}8 \cdot 10^{-4}$	± 0,005
Cgk	1,64	1,6417	0,0017	± 0,005
Cg, untere Vertrauensgrenze	1,61	1,6123	0,0023	± 0,005
Cg, obere Vertrauensgrenze	2,41	2,4083	–0,0017	± 0,005
Cgk, untere Vertrauensgrenze	1,30	1,3038	0,0038	± 0,005
Cgk, obere Vertrauensgrenze	1,98	1,9796	$-3{,}5 \cdot 10^{-4}$	± 0,005
%RE	1,67	1,6667	–0,0033	± 0,005
Tmin (Cg) Heft rechnet hier mit s = 0,000995 (gerundet): 39,9 · 0,000995 = 0,039701	0,039701	0,03969591	$-5{,}1 \cdot 10^{-6}$	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$
Tmin (Cgk)	0,050696	0,05069591	$-9{,}3 \cdot 10^{-8}$	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
Tmin (RE)	0,020000	0,02000000	0	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
Bias-Test: signifikant	ja	ja		gleich
Bewertung Heft: „Prüfsystem fähig“	fähig	fähig		gleich

MSA1-02

bestanden

Verfahren 1, einseitig begrenzt ohne natürliche Grenze: Akzeptanzgrenze

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Anhang B, Formblatt Abzugskraft, S. 42; Kap. 4.1 und Anhang C.3
Daten	50 Messungen am Normal 80 N, nur untere Grenze UGW 70 N, Auflösung 0,1 N, Kalibrierunsicherheit 0,2 N
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Mittelwert	80,524	80,52400	0	± $5 \cdot 10^{-4}$	✓
Standardabweichung s	0,4182	0,418237	$3{,}7 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Faktor k (Soll-Cg 1,33)	4	4	0	± 0,5	✓
Akzeptanzgrenze UGW_0 [N] Heft rechnet mit s auf 4 Stellen gerundet (4 · 0,00005)	72,3968	72,396949	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$	± $2 \cdot 10^{-4}$	✓
Bias-Test: signifikant	ja	ja		gleich	✓

$UGW_0 = UGW + (\bar{x} - xm) + 4 \cdot s + Ukal = 70 + 0{,}524 + 4 \cdot 0{,}4182 + 0{,}2$

MSA1-03

bestanden

Bias, unabhängige Stichprobe

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010)
Fundstelle	Kap. III, Abschn. B, Tabellen III-B 1 und III-B 2, S. 90 bis 92
Daten	15 Messungen an einem Teil mit Bezugswert 6,00; Bezugsgröße 6 × 2,5 = 15 (erwartete Prozessstreuung σ = 2,5 laut Handbuch)
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Anzahl Messungen	15	15	0	± 0,5	✓
Mittelwert	6,0067	6,006667	$-3{,}3 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Wiederholstandardabweichung σr	0,2120	0,212020	$2 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Bias	0,0067	0,006667	$-3{,}3 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Standardfehler σb	0,0547	0,054743	$4{,}3 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
T-Wert	0,12	0,1218	0,0018	± 0,005	✓
Freiheitsgrade	14	14	0	± 0,5	✓
Vertrauensbereich 95 %, untere Grenze	−0,1107	−0,110746	$-4{,}6 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Vertrauensbereich 95 %, obere Grenze	0,1241	0,124079	$-2{,}1 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Bias signifikant Handbuch: Null liegt im Vertrauensbereich	nein	nein		gleich	✓
%EV	8,5	8,481	−0,019	± 0,05	✓

MSA 2

Gage R&R mit Prüfereinfluss

3 / 3 bestanden

MSA2-01

bestanden

Gage R&R, Mittelwert-Spannweiten-Methode (ARM)

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010); Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	AIAG Bild III-B 16, S. 119; Heft 10 Anhang D.3, S. 53
Daten	10 Teile, 3 Prüfer, je 3 Messungen (AIAG Bild III-B 15); ohne Toleranz, Bezug Gesamtstreuung
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
EV (Heft D.3)	0,20186	0,2018627	$2{,}7\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
AV (Heft D.3)	0,22968	0,2296829	$2{,}9\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
GRR (Heft D.3)	0,30578	0,3057822	$2{,}2\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
PV (Heft D.3)	1,10445	1,1044529	$2{,}9\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
TV (Heft D.3)	1,14600	1,1460013	$1{,}3\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
EV (AIAG) AIAG rechnet mit $\bar{R}$ = 0,3417 (gerundet)	0,20188	0,2018627	$-1{,}7\cdot10^{-5}$	$\pm\ 3\cdot10^{-5}$	✓
PV (AIAG) AIAG rechnet mit K3 = 0,3146 und R_p = 3,511 (gerundet, Fußnote 50)	1,10456	1,1044529	$-1{,}1\cdot10^{-4}$	$\pm\ 2\cdot10^{-4}$	✓
%EV der Gesamtstreuung AIAG 17,62 %, Heft 17,61 %	17,62	17,6145	−0,0055	± 0,01	✓
%AV der Gesamtstreuung	20,04	20,0421	0,0021	± 0,005	✓
%GRR der Gesamtstreuung	26,68	26,6825	0,0025	± 0,005	✓
%PV der Gesamtstreuung Heft 96,37 %, AIAG 96,38 %	96,37	96,3745	0,0045	± 0,01	✓
Ndc (1,41 · PV/GRR, abgerundet) AIAG: ndc = 5,094 → 5	5	5	0	± 0,5	✓

MSA2-02

bestanden

Gage R&R, Varianzanalyse (ANOVA)

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010); Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	AIAG Anhang A, Tabellen A 3 bis A 5, S. 197 und 198; Heft 10 Anhang D.2, S. 49 bis 51
Daten	Daten wie MSA2-01; Wechselwirkung bei α = 0,05 zusammengefasst wie im Heft; Toleranz T = 8 (Heft, Anmerkung 2)
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
SS Teile	88,3619	88,361934	$3{,}4\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
SS Prüfer	3,1673	3,167262	$-3{,}8\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
SS Wechselwirkung	0,3590	0,358982	$-1{,}8\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
SS Wiederholbarkeit	2,7589	2,758933	$3{,}3\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
SS gesamt	94,6471	94,647112	$1{,}2\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
F Teile	492,29	492,2914	0,0014	± 0,005	✓
F Prüfer	79,41	79,4060	−0,004	± 0,005	✓
F Wechselwirkung	0,434	0,43372	$-2{,}8\cdot10^{-4}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
Wechselwirkung zusammengefasst	ja	ja		gleich	✓
F Teile, ohne Wechselwirkung (Heft)	245,614	245,61391	$-9\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
F Prüfer, ohne Wechselwirkung (Heft)	39,617	39,61725	$2{,}5\cdot10^{-4}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
EV	0,199933	0,19993318	$1{,}8\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
AV	0,226838	0,22683752	$-4{,}8\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
GRR (Heft D.2) AIAG 0,302373 aus gerundeten Varianzen	0,30237	0,3023715	$1{,}5\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
PV	1,042327	1,04232749	$4{,}9\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
TV	1,0853	1,085300	$-4{,}4\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
GRR, Anteil an der Gesamtvarianz Heft 7,76 %, AIAG 7,8 %	7,76	7,7622	0,0022	± 0,005	✓
%PV der Gesamtstreuung	96,04	96,0405	$5{,}3\cdot10^{-4}$	± 0,005	✓
%GRR der Toleranz (6·GRR/T)	22,68	22,6779	−0,0021	± 0,005	✓
Ndc (AIAG: 1,41 · 6,25/1,81 = 4,87 → 4)	4	4	0	± 0,5	✓
Bewertung %GRR Heft: 10 % < %GRR ≤ 30 %, bedingt fähig	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓

MSA2-03

bestanden

Verfahren 2 mit Bedienereinfluss, ANOVA

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 4.2, Formblatt Verfahren 2, S. 14
Daten	10 Teile, 3 Prüfer, je 2 Messungen, Toleranz 0,060 mm, Auflösung 0,001 mm; Regelwerk Heft 10
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
EV	0,0015348	0,001534782	$-1{,}8\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
AV	0,00093169	0,0009316950	$5\cdot10^{-9}$	$\pm\ 5\cdot10^{-9}$	✓
GRR	0,0017954	0,001795442	$4{,}2\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
PV	0,019515	0,01951509	$8{,}6\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
TV	0,019598	0,01959750	$-5\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
%EV	15,35	15,3478	−0,0022	± 0,005	✓
%AV	9,32	9,3169	−0,0031	± 0,005	✓
%GRR	17,95	17,9544	0,0044	± 0,005	✓

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
%PV	195,15	195,1509	$8{,}6 \cdot 10^{-4}$	± 0,005	✓
Ndc (√2 · PV/GRR, gerundet)	15	15	0	± 0,5	✓
EV, untere Vertrauensgrenze 95 %	0,0012799	0,001279887	$-1{,}3 \cdot 10^{-8}$	$\pm 5 \cdot 10^{-8}$	✓
EV, obere Vertrauensgrenze 95 %	0,0019174	0,001917401	$8{,}6 \cdot 10^{-10}$	$\pm 5 \cdot 10^{-8}$	✓
Bewertung Heft: „Prüfsystem bedingt fähig (RE, %GRR)“	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓

MSA 3

Gage R&R ohne Prüfereinfluss

3 / 3 bestanden

MSA3-01

bestanden

Verfahren 3 ohne Bedienereinfluss, ANOVA

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 4.3, Formblatt Verfahren 3, S. 17
Daten	25 Teile, je 2 Messungen, Toleranz 0,060 mm, Auflösung 0,001 mm; Regelwerk Heft 10
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
EV = GRR	0,0014697	0,001469694	$-6{,}2\cdot10^{-9}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
PV	0,017701	0,01770080	$-2\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
TV	0,017762	0,01776171	$-2{,}9\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
%GRR	14,70	14,6969	−0,0031	± 0,005	✓
%PV	177,01	177,0080	−0,002	± 0,005	✓
Ndc	17	17	0	± 0,5	✓
GRR, untere Vertrauensgrenze 95 %	0,0011526	0,001152618	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
GRR, obere Vertrauensgrenze 95 %	0,0020288	0,002028778	$-2{,}2\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
Kleinste Toleranz für fähig (%GRR ≤ 10 %)	0,088	0,08820	$2\cdot10^{-4}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
Bewertung Heft: „Prüfsystem bedingt fähig (%RE, %GRR)“	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓

MSA3-02

bestanden

Wiederholpräzision je Prüfer, Mittelwert-Spannweiten-Methode

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010); Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	AIAG Bild III-B 15, S. 118 ($\bar{R}$ und $\bar{x}$ je Prüfer); Heft 10 Anhang D.3 und D.4, S. 53 und 54 (K1 = 0,5908)
Daten	Messreihen je eines Prüfers aus MSA2-01 als drei Studien ohne Prüfereinfluss (10 Teile, je 3 Messungen); Soll EV = $\bar{R}$ · K1
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
EV Prüfer A ($\bar{R}$ = 0,184) $\bar{R}$ und K1 in der Quelle auf 3 bzw. 4 Stellen	0,1087072	0,108710423	$3{,}2\cdot10^{-6}$	$\pm\ 3\cdot10^{-4}$	✓
EV Prüfer B ($\bar{R}$ = 0,513) wie oben	0,3030804	0,303089385	$9\cdot10^{-6}$	$\pm\ 3{,}2\cdot10^{-4}$	✓
EV Prüfer C ($\bar{R}$ = 0,328) wie oben	0,1937824	0,193788145	$5{,}7\cdot10^{-6}$	$\pm\ 3{,}1\cdot10^{-4}$	✓

MSA3-03

bestanden

Verfahren 3, Mittelwert-Spannweiten-Methode mit 25 Teilen

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Anhang D.4, Verfahren 3: Konstanten K1 = 0,8862 und K3 = 0,2504, S. 54; Daten Formblatt S. 17
Daten	Daten wie MSA3-01, Auswertung nach ARM; Soll EV = $\bar{R}$ · K1 und PV = R_p · K3 mit $\bar{R}$ und R_p aus den Messwerten
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
EV = $\bar{R}$ · 0,8862 K1 im Heft auf 4 Stellen	0,00141792	0,0014179620	$4{,}2 \cdot 10^{-8}$	$\pm\ 8 \cdot 10^{-8}$	✓
PV = R_p · 0,2504 K3 im Heft auf 4 Stellen; STATlum rechnet d2* = 3,99396 aus der Verteilung der Spannweite, das Heft nennt 3,99377, beide ergeben K3 = 0,2504	0,0152744	0,015273062	$-1{,}3 \cdot 10^{-6}$	$\pm\ 3 \cdot 10^{-6}$	✓
AV (kein Prüfereinfluss)	0,000000	0,00000000	0	$\pm\ 5 \cdot 10^{-7}$	✓

Für mehr als 20 Teile enthält die Tabelle C 1 des MSA-Handbuchs kein d2*; STATlum berechnet es dann aus der Verteilung der Spannweite.

MSA 4

Stabilität

3 / 3 bestanden

MSA4-01

bestanden

Verfahren 5, Stabilitätskarte mit Eingriffsgrenzen nach Heft 10

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 4.5.1, Formblatt Verfahren 5, S. 23; Anhang F
Daten	25 Stichproben zu je 3 Messungen am Normal 6,002 mm, σ = T/40 = 0,0015 mm, Vertrauensniveau 99 %, zweiseitig
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Mittellinie x̄-Karte	6,002	6,00200	0	± $5 \cdot 10^{-4}$	✓
Obere Eingriffsgrenze x̄-Karte	6,00423	6,0042307	$7{,}3 \cdot 10^{-7}$	± $5 \cdot 10^{-6}$	✓
Untere Eingriffsgrenze x̄-Karte	5,99977	5,9997693	$-7{,}3 \cdot 10^{-7}$	± $5 \cdot 10^{-6}$	✓
Obere Eingriffsgrenze s-Karte	0,003453	0,00345271	$-2{,}9 \cdot 10^{-7}$	± $5 \cdot 10^{-7}$	✓
Mittellinie s-Karte	0,001329	0,00132934	$3{,}4 \cdot 10^{-7}$	± $5 \cdot 10^{-7}$	✓
Untere Eingriffsgrenze s-Karte	0,000106	0,00010620	$2 \cdot 10^{-7}$	± $5 \cdot 10^{-7}$	✓
Stichproben mit Verletzung Heft: keine Verletzung	0	0	0	± 0,5	✓

MSA4-02

bestanden

Lage gegen den Referenzwert über die Stabilitätsstudie (Einzelwerte)

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010)
Fundstelle	Kap. III, Abschn. B, Tabellen III-B 1 und III-B 2, S. 90 bis 92
Daten	Daten wie MSA1-03 als Einzelwertkarte (15 Zeitpunkte), Referenzwert 6,00
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Mittelwert	6,0067	6,006667	$-3{,}3 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Bias	0,0067	0,006667	$-3{,}3 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Standardfehler σb	0,0547	0,054743	$4{,}3 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
T-Wert	0,12	0,1218	0,0018	± 0,005	✓
Freiheitsgrade	14	14	0	± 0,5	✓
Vertrauensbereich 95 %, untere Grenze	−0,1107	−0,110746	$-4{,}6 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Vertrauensbereich 95 %, obere Grenze	0,1241	0,124079	$-2{,}1 \cdot 10^{-5}$	± $5 \cdot 10^{-5}$	✓
Bias signifikant	nein	nein		gleich	✓

Das Handbuch zeigt den Bias-Test an der unabhängigen Stichprobe; STATlum führt ihn in der Stabilitätsstudie mit Referenzwert aus. Daten wie MSA1-03, anderer Rechenweg.

MSA4-03

bestanden

Faktoren der Eingriffsgrenzen für s-Karte und Urwertkarte

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Anhang F, Tabellen der Faktoren u_p, B′Eun, B′Eob und E′E, S. 64 und 65
Daten	Stichprobenumfänge n = 2 bis 15, 20 und 25; Vertrauensniveau 99,73 % und 99 %, zwei- und einseitig
Prüfweg	Funktion des Rechenkerns, ohne Studie

Faktoren aus STATlum, auf drei Stellen gerundet wie im Heft. 196 Werte verglichen, 195 innerhalb ± 0,0005; Abweichungen siehe Anmerkung.

	zweiseitig 99,73 %			zweiseitig 99 %			einseitig 99,73 %			einseitig 99 %		
n	B′Eun	B′Eob	E′E	B′Eun	B′Eob	E′E	B′Eun	B′Eob	E′E	B′Eun	B′Eob	E′E
u_p		3,000			2,576			2,782			2,326	
2	0,002	3,205	3,205	0,006	2,807	2,807	0,003	3,000	3,000	0,013	2,576	2,575
3	0,037	2,571	3,320	0,071	2,302	2,935	0,052	2,432	3,121	0,100	2,146	2,712
4	0,100	2,283	3,399	0,155	2,069	3,023	0,126	2,172	3,205	0,196	1,945	2,806
5	0,163	2,110	3,460	0,227	1,927	3,090	0,194	2,016	3,269	0,273	1,822	2,877
6	0,218	1,991	3,509	0,287	1,830	3,143	0,252	1,908	3,320	0,333	1,737	2,934
7	0,266	1,903	3,550	0,336	1,758	3,188	0,300	1,829	3,363	0,381	1,674	2,981
8	0,306	1,835	3,585	0,376	1,702	3,227	0,341	1,767	3,399	0,421	1,625	3,022
9	0,341	1,780	3,615	0,410	1,657	3,260	0,376	1,717	3,431	0,454	1,585	3,057
10	0,371	1,735	3,642	0,439	1,619	3,290	0,405	1,675	3,460	0,482	1,552	3,089
11	0,398	1,697	3,667	0,464	1,587	3,317	0,431	1,640	3,485	0,506	1,523	3,117
12	0,422	1,664	3,689	0,486	1,560	3,341	0,454	1,610	3,509	0,527	1,499	3,143
13	0,443	1,635	3,709	0,506	1,536	3,363	0,475	1,584	3,530	0,545	1,478	3,166
14	0,461	1,609	3,728	0,524	1,515	3,383	0,493	1,560*	3,549	0,562	1,459	3,187
15	0,479	1,587	3,745	0,539	1,496	3,402	0,509	1,540	3,567	0,577	1,443	3,207
20	0,545	1,502	3,817	0,600	1,425	3,480	0,573	1,462	3,642	0,634	1,380	3,289
25	0,591	1,446	3,872	0,642	1,378	3,539	0,617	1,411	3,699	0,673	1,338	3,351

* B′Eob, n = 14, einseitig 99,73 %: Heft 1,561; unabhängig nachgerechnet $\sqrt{(\chi^2(0{,}9973;\,13)/13)} = 1{,}56049$, also 1,560: Rundung in der Tabelle des Hefts

Die Faktoren gehen in die Eingriffsgrenzen der Stabilitätsstudie nach Heft 10 ein (MSA4-01).

MSA 5

Linearität und Bias

3 / 3 bestanden

MSA5-01

bestanden

Linearität und Bias, Regression des Bias über dem Referenzwert

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010)
Fundstelle	Kap. III, Abschn. B, Tabelle III-B 4 und Bild III-B 3, S. 98 bis 101
Daten	5 Teile mit Referenzwerten 2 bis 10, je 12 Messungen; Prozessstreuung 6,00
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Steigung a	–0,131667	–0,13166667	$3{,}3\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
Achsenabschnitt b	0,736667	0,73666667	$-3{,}3\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
Bestimmtheitsmaß R^2	0,714	0,71432	$3{,}2\cdot10^{-4}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
T-Wert der Steigung	–12,043	–12,04256	$4{,}4\cdot10^{-4}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
T-Wert des Achsenabschnitts	10,158	10,15752	$-4{,}8\cdot10^{-4}$	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
Kritischer t-Wert (58 FG, 0,975)	2,00172	2,0017175	$-2{,}5\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
Freiheitsgrade	58	58	0	± 0,5	✓
Bias Teil 1 (Referenz 2)	0,491667	0,49166667	$-3{,}3\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
Bias Teil 2 (Referenz 4)	0,125	0,12500	0	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
Bias Teil 3 (Referenz 6)	0,025	0,02500	0	$\pm\ 5\cdot10^{-4}$	✓
Bias Teil 4 (Referenz 8)	–0,29167	–0,2916667	$3{,}3\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
Bias Teil 5 (Referenz 10)	–0,61667	–0,6166667	$3{,}3\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
Bewertung Handbuch: Linearitätsproblem (|t_a| > t)	nicht linear	nicht linear		gleich	✓

MSA5-02

bestanden

Linearität mit sechs Normalen und großer Streuung

Quelle	VDA Band 5: Prüfprozesseignung, 2. Auflage 2010 (Stand Juli 2011)
Fundstelle	Kap. 5.2.2.2, Tabelle 9 und Regressionsfunktion, S. 61
Daten	6 Normale mit Referenzwerten 0 bis 30 mm, je 5 Messungen; Toleranz 30 mm
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Achsenabschnitt b	–0,6176	–0,617574	$2{,}6\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
Steigung der Messwerte (1 + Steigung des Bias)	0,9183	0,918261	$-3{,}9\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓

VDA 5 gibt die Regression der Messwerte an ($\hat{y} = -0{,}6176 + 0{,}9183\cdot x$); STATlum regressiert den Bias $\hat{y} - x$, die Steigung ist deshalb um 1 kleiner.

MSA5-03

bestanden

Verfahren 4, Linearität nach AIAG mit fünf Referenzteilen

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Anhang E.1, erstes Beispiel mit Testergebnissen, S. 61
Daten	5 Referenzteile 2,001 bis 10,002 mm, je 12 Messungen; Vertrauensniveau 95 %
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
|t| der Steigung	1,271	1,27115	$1{,}5 \cdot 10^{-4}$	$\pm\ 5 \cdot 10^{-4}$	✓
|t| des Achsenabschnitts	1,519	1,51935	$3{,}5 \cdot 10^{-4}$	$\pm\ 5 \cdot 10^{-4}$	✓
Kritischer t-Wert (58 FG, 95 %)	2,002	2,00172	$-2{,}8 \cdot 10^{-4}$	$\pm\ 5 \cdot 10^{-4}$	✓
Test der Steigung Heft: Abweichung von 0 nicht signifikant	nicht signifikant	nicht signifikant		gleich	✓
Test des Achsenabschnitts Heft: Abweichung von 0 nicht signifikant	nicht signifikant	nicht signifikant		gleich	✓

Die Toleranz ist im Beispiel nicht angegeben; die Studie verlangt Grenzen (hier 0 bis 12 mm), sie gehen in die geprüften Werte nicht ein. Den zusätzlich empfohlenen F-Test auf das lineare Modell ($F_{LM} = 16{,}055$) wertet STATlum nicht aus; er ist nicht Teil des Tests.

MSA 6

Attributiv gegen Referenz

3 / 3 bestanden

MSA6-01

bestanden

Prüferübereinstimmung mit Referenz: Wirksamkeit und Vertrauensbereiche

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010)
Fundstelle	Kap. III, Abschn. C, Tabellen III-C 1 und III-C 5, S. 134 und 139
Daten	50 Teile, 3 Prüfer, je 3 Durchgänge, Referenzurteil je Teil (1 = gut, 0 = schlecht)
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Innerhalb Prüfer A [%] (42 von 50)	84	84	0	± 0,5	✓
Innerhalb Prüfer B [%] (45 von 50)	90	90	0	± 0,5	✓
Innerhalb Prüfer C [%] (40 von 50)	80	80	0	± 0,5	✓
Prüfer A, untere Grenze 95 % [%]	71	70,89	–0,11	± 0,5	✓
Prüfer A, obere Grenze 95 % [%]	93	92,83	–0,17	± 0,5	✓
Prüfer B, untere Grenze 95 % [%]	78	78,19	0,19	± 0,5	✓
Prüfer B, obere Grenze 95 % [%]	97	96,67	–0,33	± 0,5	✓
Prüfer C, untere Grenze 95 % [%]	66	66,28	0,28	± 0,5	✓
Prüfer C, obere Grenze 95 % [%]	90	89,97	–0,03	± 0,5	✓
Prüfer A gegen Referenz [%]	84	84	0	± 0,5	✓
Prüfer B gegen Referenz [%]	90	90	0	± 0,5	✓
Prüfer C gegen Referenz [%]	80	80	0	± 0,5	✓
Alle Prüfer gegen Referenz [%] (39 von 50)	78	78	0	± 0,5	✓
Alle gegen Referenz, untere Grenze 95 % [%]	64	64,04	0,039	± 0,5	✓
Alle gegen Referenz, obere Grenze 95 % [%] exakte Grenze 88,5 %; Handbuch rundet auf 89 %	89	88,47	–0,53	± 0,6	✓

MSA6-02

bestanden

Fehlschlupf, Fehlalarm und Cohens Kappa gegen die Referenz

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010)
Fundstelle	Kap. III, Abschn. C, Tabellen III-C 4 und III-C 7, S. 138 und 140
Daten	Daten wie MSA6-01; Gutklasse „1“ (in Ordnung)
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Fehlschlupf Prüfer A [%]	6,3	6,250	–0,05	± 0,05	✓
Fehlschlupf Prüfer B [%]	6,3	6,250	–0,05	± 0,05	✓
Fehlschlupf Prüfer C [%]	12,5	12,500	0	± 0,05	✓
Fehlalarm Prüfer A [%]	4,9	4,902	0,002	± 0,05	✓
Fehlalarm Prüfer B [%]	2,0	1,961	–0,039	± 0,05	✓
Fehlalarm Prüfer C [%]	8,8	8,824	0,024	± 0,05	✓
Kappa A gegen Referenz	0,88	0,8788	–0,0012	± 0,005	✓
Kappa B gegen Referenz	0,92	0,9230	0,003	± 0,005	✓
Kappa C gegen Referenz	0,77	0,7740	0,004	± 0,005	✓

MSA6-03

bestanden

Fleiss-Kappa je Prüfer und aller Prüfer gegen die Referenz

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 5.2, Formblatt Verfahren 7, S. 30; Anhang G.2, S. 67 bis 70 (Daten nach AIAG, Tabelle III-C 1)
Daten	Daten wie MSA6-01 (Prüfer Müller, Mayer, Huber = A, B, C); Regelwerk Heft 10
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Kappa A gegen Referenz	0,8802	0,880236	$3{,}6\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
Kappa B gegen Referenz	0,9226	0,922612	$1{,}2\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
Kappa C gegen Referenz	0,7747	0,774703	$3{,}2\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
Kappa alle Prüfer gegen Referenz	0,8592	0,859184	$-1{,}6\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓

MSA 7

Übereinstimmung der Prüfer und Signalerkennung

3 / 3 bestanden

MSA7-01

bestanden

Übereinstimmung der Prüfer untereinander, Cohens Kappa

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010)
Fundstelle	Kap. III, Abschn. C, Tabellen III-C 2, III-C 3 und III-C 5, S. 136 bis 139
Daten	Daten wie MSA6-01 ohne Referenz; Konsens der Prüfer
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Kappa A gegen B	0,86	0,8629	0,0029	± 0,005	✓
Kappa A gegen C	0,78	0,7761	−0,0039	± 0,005	✓
Kappa B gegen C	0,79	0,7880	−0,002	± 0,005	✓
Übereinstimmung aller Prüfer [%] (39 von 50)	78	78	0	± 0,5	✓
Untere Grenze 95 % [%]	64	64,04	0,039	± 0,5	✓

MSA7-02

bestanden

Verfahren 7, Fleiss-Kappa innerhalb und zwischen den Prüfern

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 5.2, Formblatt Verfahren 7, S. 30; Anhang G.2
Daten	Daten wie MSA6-01 mit Referenz, Konsens; Regelwerk Heft 10 (fähig ab 0,9, bedingt ab 0,7, Minimum aller Werte)
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Kappa innerhalb A (Müller)	0,7600	0,760000	0	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	✓
Kappa innerhalb B (Mayer)	0,8451	0,845073	$-2{,}7 \cdot 10^{-5}$	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	✓
Kappa innerhalb C (Huber)	0,7029	0,702911	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	✓
Kappa zwischen den Prüfern	0,7936	0,793606	$5{,}7 \cdot 10^{-6}$	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	✓
Kleinstes Kappa	0,703	0,703		gleich	✓
Bewertung Heft: 0,7 ≤ κ < 0,9, bedingt fähig	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓

MSA7-03

bestanden

Verfahren 6, Signalerkennung an der Toleranzgrenze (analytisch)

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 5.1, Formblatt Verfahren 6, S. 27
Daten	50 Referenzteile mit Referenzwert, je 6 Prüfergebnisse, Grenzen 3,5625 und 3,6375 mm (T = 0,075 mm)
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Zweifelsbereich an der unteren Grenze d_USG	0,024	0,02400	0	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	✓
Zweifelsbereich an der oberen Grenze d_OSG	0,016	0,01600	0	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	✓
Mittlerer Zweifelsbereich d	0,020	0,02000	0	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$	✓
%GRR = d / T	26,67	26,6667	–0,0033	± 0,005	✓
Bewertung Heft: 10 % < %GRR ≤ 30 %	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓

MSA 7A

Prüfautomat

3 / 3 bestanden

MSA7A-01

bestanden

Prüfautomat mit drei Durchläufen (Urteile von Prüfer A)

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010); Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	AIAG Tabellen III-C 1, III-C 5 und III-C 7, S. 134 bis 140; Heft 10 Formblatt Verfahren 7, S. 30
Daten	Die drei Durchgänge von Prüfer A (Tabelle III-C 1) als Ergebnisse eines Prüfautomaten an 50 Teilen mit Referenz; Regelwerk Heft 10
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Übereinstimmung der Durchläufe [%]	84	84	0	± 0,5	✓
Untere Grenze 95 % [%]	71	70,89	–0,11	± 0,5	✓
Obere Grenze 95 % [%]	93	92,83	–0,17	± 0,5	✓
Übereinstimmung mit Referenz [%]	84	84	0	± 0,5	✓
Fehlschlupf [%]	6,3	6,250	–0,05	± 0,05	✓
Fehlalarm [%]	4,9	4,902	0,002	± 0,05	✓
Fleiss-Kappa innerhalb (Heft)	0,7600	0,760000	0	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	✓
Fleiss-Kappa gegen Referenz (Heft)	0,8802	0,880236	$3{,}6 \cdot 10^{-5}$	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	✓

Die veröffentlichten Werte je Prüfer gelten unverändert für ein Prüfmittel, das dieselben drei Urteilsreihen liefert; geprüft wird der Rechenweg ohne Prüferangabe.

MSA7A-02

bestanden

Prüfautomat mit drei Durchläufen (Urteile von Prüfer B)

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010); Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	AIAG Tabellen III-C 1, III-C 5 und III-C 7, S. 134 bis 140; Heft 10 Formblatt Verfahren 7, S. 30
Daten	Die drei Durchgänge von Prüfer B (Tabelle III-C 1) als Ergebnisse eines Prüfautomaten an 50 Teilen mit Referenz; Regelwerk Heft 10
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Übereinstimmung der Durchläufe [%]	90	90	0	± 0,5	✓
Untere Grenze 95 % [%]	78	78,19	0,19	± 0,5	✓
Obere Grenze 95 % [%]	97	96,67	−0,33	± 0,5	✓
Übereinstimmung mit Referenz [%]	90	90	0	± 0,5	✓
Fehlschlupf [%]	6,3	6,250	−0,05	± 0,05	✓
Fehlalarm [%]	2,0	1,961	−0,039	± 0,05	✓
Fleiss-Kappa innerhalb (Heft)	0,8451	0,845073	$-2{,}7\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
Fleiss-Kappa gegen Referenz (Heft)	0,9226	0,922612	$1{,}2\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓

Die veröffentlichten Werte je Prüfer gelten unverändert für ein Prüfmittel, das dieselben drei Urteilsreihen liefert; geprüft wird der Rechenweg ohne Prüferangabe.

MSA7A-03

bestanden

Prüfautomat mit drei Durchläufen (Urteile von Prüfer C)

Quelle	AIAG: Measurement Systems Analysis, Reference Manual, 4. Auflage (2010); Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	AIAG Tabellen III-C 1, III-C 5 und III-C 7, S. 134 bis 140; Heft 10 Formblatt Verfahren 7, S. 30
Daten	Die drei Durchgänge von Prüfer C (Tabelle III-C 1) als Ergebnisse eines Prüfautomaten an 50 Teilen mit Referenz; Regelwerk Heft 10
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Übereinstimmung der Durchläufe [%]	80	80	0	± 0,5	✓
Untere Grenze 95 % [%]	66	66,28	0,28	± 0,5	✓
Obere Grenze 95 % [%]	90	89,97	–0,03	± 0,5	✓
Übereinstimmung mit Referenz [%]	80	80	0	± 0,5	✓
Fehlschlupf [%]	12,5	12,500	0	± 0,05	✓
Fehlalarm [%]	8,8	8,824	0,024	± 0,05	✓
Fleiss-Kappa innerhalb (Heft)	0,7029	0,702911	$1{,}1 \cdot 10^{-5}$	$\pm\, 5 \cdot 10^{-5}$	✓
Fleiss-Kappa gegen Referenz (Heft)	0,7747	0,774703	$3{,}2 \cdot 10^{-6}$	$\pm\, 5 \cdot 10^{-5}$	✓

Die veröffentlichten Werte je Prüfer gelten unverändert für ein Prüfmittel, das dieselben drei Urteilsreihen liefert; geprüft wird der Rechenweg ohne Prüferangabe.

VDA 5

Messunsicherheit von Messsystem und Messprozess

3 / 3 bestanden

VDA5-01

bestanden

Eignung des Messsystems mit einem Normal

Quelle	VDA Band 5: Prüfprozesseignung, 2. Auflage 2010 (Stand Juli 2011)
Fundstelle	Kap. 5.2.2.1, Tabelle 8, Bilder 11 und 12, S. 56 und 57
Daten	50 Messungen am Normal 6,002 mm, Toleranz 0,060 mm, Auflösung 0,001 mm, U_CAL = 0,002 mm mit k = 2
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
U_RE	0,000289	0,00028868	$-3{,}2\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
U_CAL	0,00100	0,0010000	0	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
U_EVR	0,000995	0,00099488	$-1{,}2\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
U_BI	0,000635	0,00063509	$8{,}5\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
U_MS	0,00155	0,0015470	$-3\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
U_MS (k = 2)	0,00309	0,0030939	$3{,}9\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
%RE	1,67	1,6667	−0,0033	± 0,005	✓
Q_MS [%]	10,31	10,3132	0,0032	± 0,005	✓
Kleinste Toleranz TOL_MIN-UMS	0,0413	0,041253	$-4{,}7\cdot10^{-5}$	$\pm\ 5\cdot10^{-5}$	✓
Rang u_CAL	1	1	0	± 0,5	✓
Rang u_EVR	2	2	0	± 0,5	✓
Rang u_BI	3	3	0	± 0,5	✓

Die Messwerte sind dieselben wie im Formblatt Verfahren 1 des Bosch-Hefts 10 (MSA1-01).

VDA5-02

bestanden

Messsystem mit drei Normalen (Bolzenbohrung)

Quelle	VDA Band 5: Prüfprozesseignung, 2. Auflage 2010 (Stand Juli 2011)
Fundstelle	Anhang F.1, Messwerte und Bilder S. 111 und 112
Daten	3 Normale (30,0076, 30,0050, 30,0025 mm) mit je 10 Messungen, Toleranz 0,005 mm, Auflösung 0,0001 mm, U_CAL = 0,000026 mm mit k = 2
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
U_RE	0,0000289	0,000028868	$-3{,}2\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
U_CAL	0,0000130	0,000013000	0	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
U_EVR (größter Wert der Normale)	0,0000738	0,000073786	$-1{,}4\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
U_BI (größter Wert der Normale)	0,0000635	0,000063509	$8{,}5\cdot10^{-9}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
U_MS	0,0000982	0,000098218	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
U_MS (k = 2)	0,000196	0,00019644	$4{,}4\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
%RE	2,00	2,0000	0	± 0,005	✓
Q_MS [%]	7,86	7,8574	–0,0026	± 0,005	✓
Kleinste Toleranz TOL_MIN-UMS	0,00262	0,0026191	$-8{,}5\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓

VDA5-03

bestanden

Messprozess mit Bedienereinfluss (Bolzenbohrung)

Quelle	VDA Band 5: Prüfprozesseignung, 2. Auflage 2010 (Stand Juli 2011)
Fundstelle	Anhang F.1, Messwerte S. 112, Budget und Ergebnis S. 113
Daten	Messsystem wie VDA5-02; dazu 10 Serienteile, 3 Prüfer, je 2 Messungen, Auswertung per ANOVA
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
U_AV	0,0000892	0,000089190	$-1\cdot10^{-8}$	$\pm\ 5\cdot10^{-8}$	✓
U_EVO	0,000151	0,00015134	$3{,}4\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
U_IA zusammengefasst (pooling)	ja	ja		gleich	✓
U_MP	0,000187	0,00018724	$2{,}4\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
U_MP (k = 2)	0,000374	0,00037449	$4{,}9\cdot10^{-7}$	$\pm\ 5\cdot10^{-7}$	✓
Q_MP [%]	14,98	14,9794	$-5{,}5\cdot10^{-4}$	± 0,005	✓
Kleinste Toleranz TOL_MIN-UMP	0,00250	0,0024966	$-3{,}4\cdot10^{-6}$	$\pm\ 5\cdot10^{-6}$	✓
Rang u_EVO	1	1	0	± 0,5	✓
Rang u_AV	2	2	0	± 0,5	✓
Rang u_BI	4	4	0	± 0,5	✓
Rang u_CAL	6	6	0	± 0,5	✓

Bosch Heft 10

Fähigkeitsnachweis nach Heft 10

3 / 3 bestanden

H10-01

bestanden

Fähigkeitsnachweis kontinuierliches Merkmal mit Bedienereinfluss und Stabilität

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 2 und 3 (Abb. 2 bis 4); Formblätter Verfahren 1, 2 und 5, S. 11, 14 und 23
Daten	Merkmal Durchmesser Körper 6,000 ± 0,030 mm; Studien wie MSA1-01, MSA2-03 und MSA4-01
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Verfahren 1 Heft: fähig (Cg 2,01, Cgk 1,64)	fähig	fähig		gleich	✓
Verfahren 2 Heft: bedingt fähig (%GRR 17,95 %)	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓
Verfahren 5 keine Verletzung der Eingriffsgrenzen	fähig	fähig		gleich	✓
Gesamtbewertung schlechtestes Verfahren entscheidet	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓
Verfahren erfüllt	2 von 3	2 von 3		gleich	✓

Die Bewertungen der einzelnen Verfahren sind in den Formblättern des Hefts gedruckt; die Gesamtbewertung folgt der Regel des Hefts (Kap. 2), nach der das schlechteste Verfahren entscheidet.

H10-02

bestanden

Fähigkeitsnachweis kontinuierliches Merkmal ohne Bedienereinfluss

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 2 und 3 (Abb. 2 bis 4); Formblätter Verfahren 1 und 3, S. 11 und 17
Daten	Merkmal wie H10-01; Studien wie MSA1-01 und MSA3-01
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Verfahren 1	fähig	fähig		gleich	✓
Verfahren 3 Heft: bedingt fähig (%GRR 14,70 %)	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓
Gesamtbewertung	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓
Verfahren erfüllt	1 von 2	1 von 2		gleich	✓

Die Bewertungen der einzelnen Verfahren sind in den Formblättern des Hefts gedruckt; die Gesamtbewertung folgt der Regel des Hefts (Kap. 2), nach der das schlechteste Verfahren entscheidet.

H10-03

bestanden

Fähigkeitsnachweis diskretes Merkmal (Verfahren 7)

Quelle	Robert Bosch GmbH: Heft 10, Fähigkeit von Mess- und Prüfprozessen, Ausgabe 11.2019
Fundstelle	Kap. 2 (Abb. 5), Kap. 5.2, Formblatt Verfahren 7, S. 30
Daten	Sichtprüfung, 50 Referenzteile, 3 Prüfer, je 3 Durchläufe; Studie wie MSA7-02
Prüfweg	Studie im Projektformat, Auswertung über den Rechenweg des Programms (Ergebnisseite und Bericht)

KENNWERT	QUELLE	STATLUM	ABWEICHUNG	ZULÄSSIG	
Verfahren 7 (Minimum aller κ = 0,7029) Heft: Gesamtergebnis bedingt fähig	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓
Gesamtbewertung	bedingt fähig	bedingt fähig		gleich	✓