



TQU VERLAG

**Messsystem-
analyse
MSA 3**

Testen und Anwenden

Messsystemanalyse MSA3

[Autor: Dr. Konrad Reuter](#)

Kann man sich auf Messergebnisse verlassen? Vielfältige Einflüsse können das Ergebnis einer Messung in Frage stellen. Klarheit bringt eine Messsystemanalyse. Als Messsystemanalyse bzw. Messmittel-Fähigkeitsanalyse oder Prüfmittel-Fähigkeitsanalyse, kurz MSA (*engl. Measurement System Analysis*), bezeichnet man die Analyse der Eigenschaften von Messmitteln und kompletten Messsystemen im Qualitätsmanagement oder in Six Sigma Projekten bezüglich ihrer Messabweichungen. Ob ein Messsystem die notwendige Fähigkeit besitzt, wird im Vergleich der systembedingten Messabweichungen zu den aufgabenbezogenen Anforderungen ermittelt.

Man unterscheidet fünf verschiedene Eigenschaften eines Messsystems: Genauigkeit, Wiederholpräzision, Vergleichspräzision, Linearität und Stabilität. Jeder Analyse geht eine Untersuchung der Auflösung des verwendeten Messmittels voraus. Sie soll 5% der Merkmalstoleranz nicht überschreiten. Genauigkeit, Richtigkeit, systematische Messabweichung werden durch wiederholtes Messen ein und desselben Prüflings (Normals) ermittelt. Messverfahren, die eine Wiederholung nicht zulassen, müssen auf andere Weise bewertet werden. Die Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse und dem richtigen Wert einer Systematik (engl. *accuracy, bias*) bezeichnet. Zur Ermittlung der Vergleichspräzision, die die Richtigkeit der Messung anzeigt, wird ein Referenzteil mit dem Messmittel mehrmals in Folge gemessen. Die Standardabweichung der Messwerte ist dann ein Maß für die Wiederholpräzision (*engl. repeatability*). Zur Ermittlung der Vergleichspräzision (*engl. reproducibility*) werden an denselben Prüflingen gemäß einem festgelegten Messverfahren Messungen durch verschiedene Bediener, an verschiedenen Orten, mit ihrem eigenen Gerät, des selben Typs durchgeführt. Das Maß für die Vergleichspräzision ist diejenige, die zwischen den beobachteten Mittelwerten an jedem Ort oder mit jedem Gerät beobachteten Mittelwerten. Zur Untersuchung der Stabilität (*engl. stability*) werden von selben Bediener in festgelegten Zeitabständen mehrere Messungen ein und desselben Prüflings vorgenommen. Die Differenzen zwischen den zu verschiedenen Zeitpunkten beobachteten Mittelwerten werden dann als Maß für die Stabilität des Messmittels verwendet. Zur Untersuchung der Linearität (*engl. linearity*) werden Messungen an mehreren Prüflingen durchgeführt, die den gesamten in der Praxis zu erwartenden Messbereich abdecken. Jedes Referenzteil (Normal) wird mehrmals gemessen. Die Differenz zwischen dem Referenzwert und dem beobachteten Mittelwert wird berechnet. Auf die gemessenen Abweichungen wird die Regressionsrechnung angewendet. Eine ermittelte Ausgleichskurve kann zur Korrektur der Nichtlinearität verwendet werden. Die Ergebnisse werden zusätzlich grafisch dargestellt und mit vom Kunden vorgegebenen Anforderungen verglichen.

In der Messsystemanalyse der Automobilindustrie und ihren Zulieferern kommen heute verbreitet folgende Verfahren zum Einsatz:

- Das Verfahren **MSA1** (Cg-Verfahren) untersucht die Genauigkeit und Wiederholpräzision eines Messsystems. Hierfür ist ein eigenes QUALITY APP "Messsystemanalyse MSA1" im Angebot des TQU Verlags.
- Das Verfahren **MSA2** (R&R Verfahren) untersucht die Wiederhol- und Vergleichspräzision eines Messmittels (*engl. repeatability and reproducibility, daher R&R, auch Gage R&R*). Hierfür ist ein eigenes QUALITY APP "Messsystemanalyse MSA2" im Angebot des TQU Verlags.
- Das Verfahren **MSA3** (s-Verfahren) untersucht die Genauigkeit und Wiederholpräzision eines Messsystems ohne Bedienerinfluss.

Neben diesen existieren die Verfahren für Linearität und Stabilität sowie verschiedene Verfahren für attributive Prüfmittel.

Für **MSA3** können die Varianzanalyse (ANOVA *Analysis of variance*) und das Mittelwert- und Spannweiten-Verfahren (ARM *Average and Range Method*) eingesetzt werden. Das Verfahren MSA3 wird dann angewendet, wenn kein Bedienerinfluss vorliegt, zum Beispiel bei einer automatischen Messvorrichtung. Es werden 25 nummerierte Teile in zwei Messreihen gemessen. Grundlage der Berechnung sind die Differenzen zwischen Messreihe 1 und Messreihe 2.

Die genannten Verfahren sind in den gängigen CAQ Systemen oder statistischen Softwarepaketen meist enthalten. Wegen ihrer relativen Übersichtbarkeit sind diese Verfahren auch von vielen Anwendern mehr oder weniger geschickt in EXCEL umgesetzt worden. Dieses APP ist so gestaltet, dass Sie interaktiv die Grundlagen der Auswertung der Analysedaten und deren wichtigsten Kenngrößen verstehen.

Dieses QUALITY APP liefert dem Qualitäts- und dem Produktionsmanagement wertvolle Unterstützung bei der Bewertung von Messverfahren und Messsystemen nach MSA2. Die QUALITY Applikation ist im Excel-Format und kann sofort eingesetzt werden.

Ansprechpartner: Dr. Konrad Reuter
Telefon: 0171/6006604

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-group.com, www.tqu-verlag.com

QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt "Messsystemanalyse MSA3" wurde vom Autor Dr. Konrad Reuter mit großem Aufwand und großer Sorgfalt hergestellt. Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt (©). Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Weitergabe, der Übersetzung, des Kopierens, der Entnahme von Teilen oder der Speicherung bleiben vorbehalten.

Bei Fehlern, die zu einer wesentlichen Beeinträchtigung der Nutzung dieses Softwareproduktes führen, leisten wir kostenlos Ersatz.

Bei den Mitteilungen und Informationen verstehen sich die Beschreibung von Nutzungsproblemen und die mit dem Produkt verbundene Zusicherung bestimmter Eigenschaften. Wir übernehmen keine Gewähr dafür, dass die angebotenen Lösungen für bestimmte Kunden beabsichtigte Zwecke geeignet sind.

Sie erklären sich damit einverstanden, dieses Produkt nur für Ihre eigene Arbeit und für die Information innerhalb Ihres Unternehmens zu verwenden. Sollten Sie es an Dritte weitergeben, insbesondere für Schulungszwecke und für die Information bei anderen Unternehmen (Beratung, Schulungseinrichtung etc.) verwenden wollen, setzen Sie sich unbedingt vorher mit uns wegen einer entsprechenden Vereinbarung in Verbindung. Unsere Produkte werden kontinuierlich weiterentwickelt. Bitte melden Sie sich, wenn Sie ein Update wünschen.

Alle Ergebnisse basieren auf den vom Autor eingesetzten Formeln und müssen vom Anwender sorgfältig geprüft werden. Die berechneten Ergebnisse sind als Hinweise und Anregungen zu verstehen.

Wir wünschen viel Spaß und Erfolg mit dieser Applikation

TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-group.com, www.tqu-verlag.com

QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

Anwendungshinweise

1. Statistik

- Das Verfahren MSA3 wird dann angewendet, wenn eine automatische Messvorrichtung vorliegt, die keinen Prüferinfluss enthält.
Achtung bei Teilen, die sich auf Werkstückträgern befinden! Hier kann sich ein Einfluss der Werkstückträger bemerkbar machen!
Das Verfahren 3 kann nach der "ARM-Methode" oder der Varianzanalyse "ANOVA" durchgeführt werden. Blatt
- Die Verfahren unterscheiden sich nach dem Rechenweg und demzufolge auch geringfügig im Ergebnis. Berechnung
- Die Berechnungen berücksichtigen die Auswahl des Verfahrens und die gegebenen Toleranzen automatisch. Merkmal
- In MSA-Software sind ggf. die Begriffe VDA und BOSCH verwendet.
- Der Bezug zur Toleranz wird mit einem Faktor berechnet, der die Standardabweichung multipliziert. Berechnung
- Den Faktoren sind Wahrscheinlichkeiten zugeordnet, diese geben einen Bereich an, in dem das Ergebnis mit dieser (hohen) Wahrscheinlichkeit liegt. Berechnung
- Die Faktoren sind aus MSA Fourth Edition übernommen.
- Für die konkrete Auswahl sind die Kundenanforderungen zu beachten. Merkmal
- Für die Abweichungen (Spannweiten oder Standardabweichungen) ist eine obere Eingriffsgrenze berechnet (99%). Protokollblatt
- Diese Information kann zur Bewertung von Ausreißern verwendet werden.

2. Anwendung

- Im Blatt Merkmal sind zugehörigen und für das Protokoll verwendeten Angaben einzutragen. Merkmal
- In das Blatt Daten sind die Daten einzutragen oder aus Anwendungen zu übernehmen. Daten
- Die Dateneingabe wird mit "Gültigkeit" überwacht. Daten
- Bei Werten von 10% außerhalb der Toleranz wird eine Warnung ausgegeben.
- Überprüfen Sie unbedingt den Datensatz auf Ausreißer oder andere Datenfehler!!! Daten
- Die y-Achse im Diagramm Messwertverlauf muss mit EXCEL Format an die Datenlage angepasst werden. Protokollblatt
- Weitere Blätter enthalten Zwischenrechnungen oder dienen der Information. Berechnung

3. EXCEL

- Die EXCEL-Lösung stützt sich auf folgende Prinzipien:
- Funktionelle Aufteilung auf verschiedene Blätter.
 - Optische Hervorhebung von Zellen in Abhängigkeit von ihrer Funktion.
- Vergaben von Namen für Variable
Bezug auf Zellen mit Funktionen
- Kommentierung wesentlicher Zellen
Reagieren auf Bedingungen /Verzweigungen
- Ausblenden von Zellinhalten, die nicht zutreffend sind
Erzwingung einer geeigneten Zahlenformatierung im Protokoll mit vorgegebener Stellenzahl.
- Zellen werden in Berechnungsblättern und Protokollen nicht über "Zellen verbinden" formatiert!
Als Lösung dient die Formatierung schmaler Spalten und die Formatierung benachbarter Zellen mit "Über Auswahl zentrieren".

Merkmal
Eingabe Daten
errechnete Werte
Bezeichnungen
Namen
VERGLEICH(;;0)
INDEX(;;)
SVERWEIS(;;0)
ISTLEER()
ISTZAHL()
WENN(;;)
FEST(,)

Die Nachteile verbundener Zellen sind damit vermieden..

Blattschutz gegen versehentliches Überschreiben (firmenintern anpassen).

Bereitstellung von Testdaten zu Überprüfung der Funktion der Datei.
Ergebnis bitte manuell eintragen.
Die Pflege einer Logdatei für die Änderungen ist sehr zu empfehlen.

Testdaten

Änderungsübersicht

4. Quellen

MSA Fourth Edition 2010

VDA Leitfaden zum "Fähigkeitsnachweis von Messsystemen" Stand 12 /1999

VDA 5 Prüfprozesseignung 2. Auflage 2010

Leitfaden BOSCH Heft 10, 2003

STATGRAPHICS Centurion XVI

Allgemein	Datum	12.04.12		
	Verantwortlich	Reuter		
	Abt./Kst.	QM		
	Prüfart	Leipzig		
Prüfmittel	Bezeichnung	Sensor		
	Ident-Nummer	ABC-10		
	Messbereich	1,000	mm	
	Auflösung	0,001	mm	Stellen 3
Merkmal	Bezeichnung	Welle		
	Ident-Nummer	17		
	Skizze	Lurch m 0,5e		
	Nummer	4711		
	Maßeinheit	mm		
	Sollmaß	6,030	mm	
	OSG	6,030	mm	
	USG	5,970	mm	
Grenzwerte	Auflösung <=	5%		annehmbar
	R&R% <=	10%		fähig
	R&R% <	30%		bedingt fähig
	R&R% >	30%		nicht fähig
	Faktor	6,000	99,7%	3
Verfahren	ANOVA	Auswählen	1	

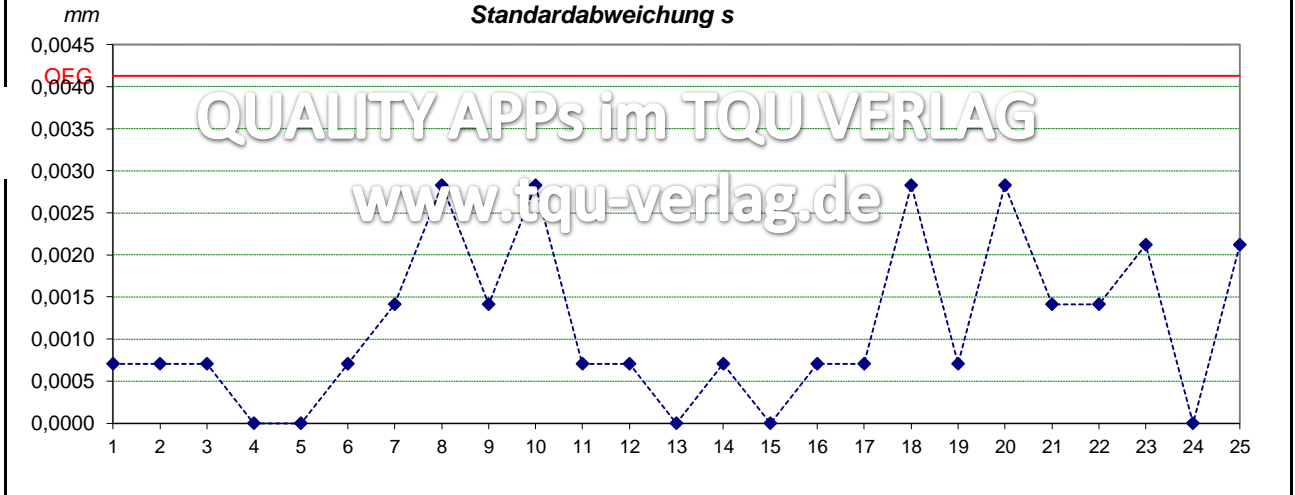
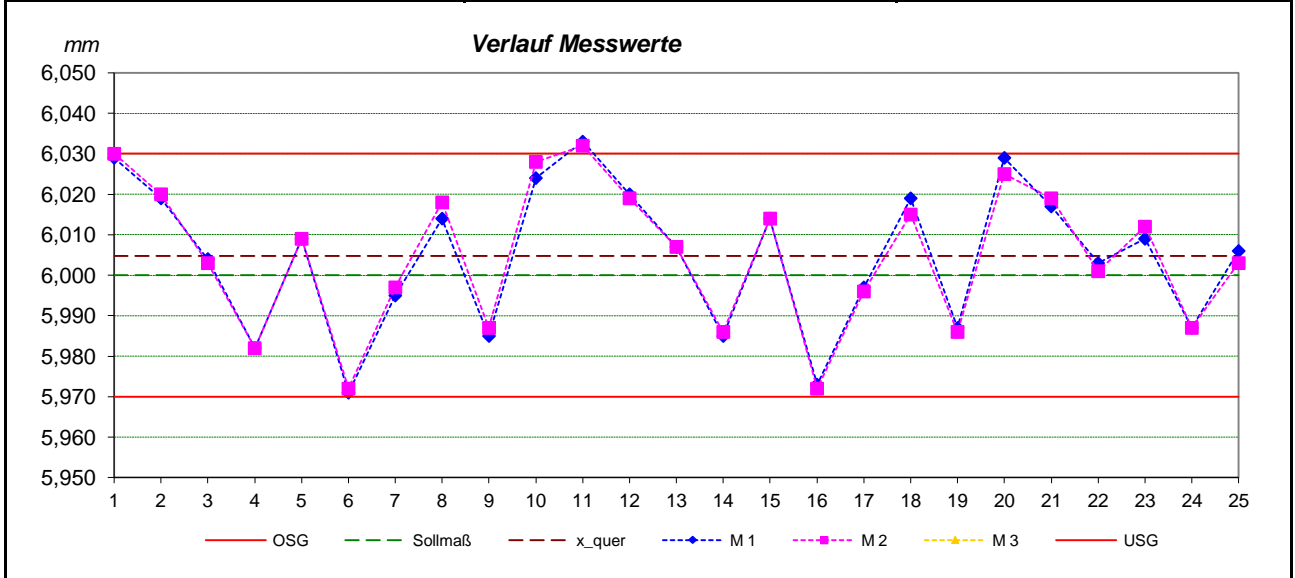
Nr.	M 1	M 2	M 3
1	6,029	6,03	
2	6,019	6,02	
3	6,004	6,003	
4	5,982	5,982	
5	6,009	6,009	
6	5,971	5,972	
7	5,995	5,997	
8	6,014	6,018	
9	5,985	5,987	
10	6,021	6,022	
11	6,021	6,032	
12	6,02	6,019	
13	6,007	6,01	
14	5,985	5,986	
15	6,014	6,014	
16	5,973	5,972	
17	5,997	5,996	
18	6,019	6,015	
19	5,987	5,986	
20	6,029	6,025	
21	6,017	6,019	
22	6,003	6,001	
23	6,009	6,012	
24	5,987	5,987	
25	6,006	6,003	

Bitte auf Korrektheit der Daten achten!

QUALITY APPs im TQU VERLAG
www.tqu-verlag.de

	Verfahren3 ARM / ANOVA	FB ##-## Freigabe ##
--	---	-------------------------

Datum 12. Apr. 12	Bearbeiter Reuter	Abt./Kst. QM
Prüfmittel Bezeichnung Sensor Ident-Nummer ABC-10 Messbereich 1,000mm Auflösung 0,001mm rel.Auflösung 1,7 %	Teil Bezeichnung Welle Id.-Nummer 4711 Anzahl 25 Teile Versuche 2	Merkmal Bezeichnung Durchmesser Sollmaß 6,000mm OSG 6,030mm USG 5,970mm T 0,060mm



Berechnung nach ANOVA	Faktor 6	Wahrscheinlichkeit 99,73%
R&R % = 14,7%		Minimale Bezugsgrößen für fähiges Messsystem $T_{min}(R\&R) = 0,088\text{mm}$ $T_{min}(RE) = 0,020\text{mm}$
EV = 0,0088mm		
%RE = 1,7%		

Messsystem %R&R ist bedingt geeignet 😊

12.04.2012
Datum

Unterschrift

Abteilung

Messung 3	Varianzen	Mittelwerte	R	Diagramm	Methoden	95%	99%	99,73%	Faktoren	
	5,0E-07	6,0295	0,0010	0,0007	ANOVA	4	5,152	6		
	5,0E-07	6,0195	0,0010	0,0007	Auflösung	RE	1,7%		☺	
	5,0E-07	6,0035	0,0010	0,0007	Streuung des Messsystems	EV	0,00588	0,00757	0,00882	Bewertung
	0,0E+00	5,9820	0,0000	0,0000	Wiederholpräzision toleranzbezogen	% R&R	9,8%	12,6%	14,7%	bedingt geeignet
	0,0E+00	6,0090	0,0000	0,0000	ARM					☺
	5,0E-07	5,9715	0,0010	0,0007	Streuung des Messsystems	EV	0,00567	0,00731	0,00851	Bewertung
	2,0E-06	5,9960	0,0020	0,0014	Wiederholpräzision toleranzbezogen	% R&R	9,5%	12,2%	14,2%	bedingt geeignet
	8,0E-06	6,0160	0,0040	0,0028	Protokoll	EV	0,00882			☺
	2,0E-06	5,9860	0,0020	0,0014	ANOVA	% R&R	14,7%			bedingt geeignet
	8,0E-06	6,0260	0,0040	0,0028						
	5,0E-07	6,0325	0,0010	0,0007						
	5,0E-07	6,0195	0,0010	0,0007						
	0,0E+00	6,0171	0,0000	0,0000						
	5,0E-07	5,9835	0,0010	0,0007						
	0,0E+00	6,0140	0,0000	0,0000						
	5,0E-07	5,9725	0,0010	0,0007						
	5,0E-07	5,9965	0,0010	0,0007						
	8,0E-06	6,0170	0,0040	0,0028						
	5,0E-07	5,9865	0,0010	0,0007						
	8,0E-06	6,0270	0,0040	0,0028						
	2,0E-06	6,0180	0,0020	0,0014						
	2,0E-06	6,0020	0,0020	0,0014						
	4,5E-06	6,0105	0,0030	0,0021						
	0,0E+00	5,9870	0,0000	0,0000						
	4,5E-06	6,0045	0,0030	0,0021						
	2,2E-06	6,0048	0,0016							
	1,5E-03	0,000314								
1,69257	Auswahl je nach k									

s-Karte	OEG	0,0041
R-Karte	OEG	0,0064
	n	1,970
	2	3,970
	3	4,424

☺	☹	☹
Diagrammarten		
USG	1	5,97
USG	25	5,97
OSG	1	6,03
OSG	25	6,03
Soll	1	6
Soll	25	6
x_quer	1	6,0048
x_quer	25	6,0048
OEG	1	0,0041
OEG	25	0,0041

QUALITY APPs im TQU VERLAG
www.tqu-verlag.de

6,029 6,03
 6,019 6,02
 6,004 6,003
 5,982 5,982
 6,009 6,009
 5,971 5,972
 5,995 5,997
 6,014 6,018
 5,985 5,987
 6,024 6,028
 6,033 6,032
 6,02 6,019
 6,007 6,007
 5,985 5,986
 6,014 6,014
 5,973 5,972
 5,997 5,996
 6,019 6,015
 5,987 5,986
 6,029 6,025
 6,017 6,019
 6,003 6,001
 6,009 6,012
 5,987 5,987
 6,006 6,003

OSG	6,03
USG	5,97

Statistische Werte	Soll	Ist	Vergleich
ARM EV	0,008508	0,008508	1
ANOVA EV	0,008818	0,008818	1
ARM R&R	0,141796	0,141796	1
ANOVA R&R	0,146969	0,146969	1
		i.O.	4

Datum	Tester	Ergebnis
13.12.2010	Reuter	i.O.

QUALITY APPs im TQU VERLAG
www.tqu-verlag.de