



**TQU VERLAG**

**Messsystem-  
analyse  
MSA 5**

Testen und Anwenden

# Messsystemanalyse MSA5

Stabilität und Drift nach BOSCH

[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 für die Ermittlung der systematischen Messabweichung auf unterschiedliche Weise durchgeführt werden. Die Differenz zwischen dem Mittelwert der Messergebnisse und dem tatsächlichen Wert wird als systematische Messabweichung (*engl. accuracy, bias*) bezeichnet. Zur Ermittlung der Wiederholpräzision, Wiederholbarkeit wird derselbe Prüfling vom selben Bediener und mit demselben Messmittel mehrmals in Folge gemessen. Die Standardabweichung der Messwerte ist dann ein Maß für die Wiederholpräzision (*engl. repeatability*). Zur Ermittlung der Vergleichspräzision, Vergleichbarkeit wird ein festgelegtes Messverfahren Messungen durch verschiedene Bediener, an verschiedenen Orten und zu unterschiedlichen Zeiten durchgeführt. Das Maß für die Vergleichspräzision sind dann die Unterschiede zwischen den von jedem Bediener (bzw. an jedem Ort oder mit jedem Gerät) beobachteten Mittelwerten. Zur Untersuchung der Stabilität (*engl. stability*) werden vom 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.

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. Hierfür ist ein eigenes QUALITY APP "Messsystemanalyse MSA3" im Angebot des TQU Verlags.
- Das Verfahren **MSA4** basiert auf Vorlagen der BOSCH. Es geht dabei um die Untersuchung der Linearität und der Hysterese. Hierfür ist ein eigenes QUALITY APP "Messsystemanalyse MSA3" im Angebot des TQU Verlags.

Das in diesem QUALITY APP vorgestellte Verfahren **MSA5** basiert ebenfalls auf einer Vorlage von BOSCH und untersucht die Stabilität eines Messmittels. Die Stabilität eines Messmittels wird auch als Drift bezeichnet und tritt meist als Ergebnis von Verschleiß oder Alterungsprozessen auf. Diese zeitabhängigen Prozesse werden oft mit Regelkarten beobachtet. Das Verfahren 5 nach BOSCH verwendet eine Mittelwert-Standardabweichungskarte mit einem Stichprobenumfang  $n = 3$ . Die einfache Regelkarte im Verfahren nach BOSCH wurde in diesem QUALITY APP durch eine EWMA Regelkarte für Einzelwerte ersetzt. Die Ergebnisse werden zusätzlich grafisch dargestellt und mit vom Kunden vorgegebenen Anforderungen verglichen.

Dieses APP ist so gestaltet, dass Sie interaktiv die Grundlagen der Auswertung der Analysedaten und deren wichtigsten Kenngrößen verstehen und anwenden können.

Dieses QUALITY APP liefert dem Qualitäts- und dem Produktionsmanagement wertvolle Unterstützung bei der Bewertung von Messverfahren und Messsystemen. 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](mailto:verlag@tqu-group.com), [www.tqu-verlag.com](http://www.tqu-verlag.com)

# QUALITY APPS Applikationen für das Qualitätsmanagement

## Lizenzvereinbarung

Dieses Produkt "Messsystemanalyse MSA5" 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, 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 andere 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

## Anwendungshinweise

### 1. Statistik

Blatt

Das Verfahren zur Ermittlung und Bewertung der Stabilität eines Messmittels ist in den genannten Quellen zu MSA beschrieben.

Die Stabilität eines Messmittels wird auch als Drift bezeichnet und tritt meist als Ergebnis von Verschleiß oder Alterungsprozessen auf.

Zeitabhängige Prozesse werden oft mit Regelkarten beobachtet.

Das Verfahren 5 nach BOSCH verwendet eine Mittelwert-Standardabweichungskarte mit einem Stichprobenumfang  $n = 3$ .

Die Information zur Streuung als Basis der Konstruktion der Regelkarte kann gemäß [3] nach drei Möglichkeiten erlangt werden:

Die Streuung wird wie bei Regelkarten üblich aus einem Vorlauf (Vorversuch) ermittelt.

Merkmal

Es wird die Standardabweichung  $s_g$  aus dem Verfahren 1 genutzt.

Sind beide Informationen vorhanden, wird der kleinere Betrag der Toleranz  $\pm 2 \cdot s_g$  als Kriterium für die Einstellung genutzt.

Für die Grundlage der Regelkarte können zwei Möglichkeiten genutzt werden:

Der richtige Wert des Referenznormals oder Meisterteils  $x_m$ .

Der Mittelwert aus Verfahren 1  $\bar{x}_n$ .

Kann im Verfahren 1 kein Wert für  $x_m$  aufgezogen werden, so ist die Karte nicht zu verwenden.

Eine klassische Mittelwertkarte hat eine geringe Empfindlichkeit insbesondere bei trendartigen Änderungen, wie bei Prüfmitteln vorzugsweise zu erwarten ist.

Die einfache Regelkarte im Verfahren nach BOSCH wurde deshalb durch eine EWMA Regelkarte für Einzelwerte ersetzt.

Die Wiederholung der Messung mit  $n = 3$  bringt erfahrungsgemäß kaum eine Streuung, so dass eine klassische Streuungskarte ebenfalls nicht sehr brauchbar ist.

EWMA (*exponentially weighted moving average*) ist eine zeitlich gewichtete Mittelwertkarte mit fallendem Gedächtnis, d.h. die Karte berücksichtigt auch zurückliegende Werte.

Die Glättung wird durch eine Konstante  $\lambda$  eingestellt. Als brauchbarer Wert hat sich dafür 0,2 erwiesen. Kleinere Werte führen zu einer stärkeren Glättung.

Merkmal

Die Eingriffsgrenzen hängen von der Anzahl der Werte ab und streben relativ schnell einem festen Wert zu.

Die Irrtumswahrscheinlichkeit kann ausgewählt werden, Standard ist 1%.

Merkmal

Wird das Prüfmittel neu kalibriert und ggf. justiert, muss die Karte neu begonnen werden. Die abgelaufene Karte kann als pdf-file archiviert werden.

Die Streuung wird mit einer Regelkarte vom Typ gleitender Spannweite MR2 überwacht.

Protokollblatt

Treten zwischen den Überwachungsterminen sehr große Änderungen (Sprünge) auf, werden diese in der Streuungskarte angezeigt.

### 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.  
 Die vorliegende Dateneingabe erlaubt insgesamt 50 Datensätze.  
 Das Diagramm kann aus diesen max. 50 Werten eine Auswahl von 20 Werten darstellen  
 Überprüfen Sie unbedingt den Datensatz auf Ausreißer oder andere Datenfehler!!!  
 Die Skalierung im Protokoll wird an die Auflösung des Prüfmittels angepasst.  
 Im Protokollblatt kann im gekennzeichneten Feld die Anzeige der Daten auf einene gewünschten Bereich verschoben werden.

Daten  
 Protokollblatt  
 Daten  
 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, auch dynamische Namen.

=BEREICH.VERSCHIEBEN(Daten!\$A\$1;Protokollblatt!\$B\$3;12;Protokollblatt!\$U\$3)

Bezug auf Zellen mit Funktionen

Kommentierung wesentlich für die Firma intern verwenden.

Reagieren auf Bedingungen /Verzweigungen

Ausblenden von Zellinhalten, die nicht zutreffend sind

Erzwingung einer geeigneten Zahlenformatierung im Protokoll mit vorgegebener Stellenzahl.

Verknüpfung von Zellinhalten über "&"

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".

Die Nachteile verbundener Zellen sind damit vermieden..

Ausblenden von Blättern, die nicht ständig gebraucht werden. \*

Blattschutz gegen versehentliches Überschreiben (firmenintern anpassen).

Weitergehende Sicherheitsmaßnahmen dem Firmenstandard anpassen.

Die Pflege einer Logdatei für vorgenommene Änderungen ist sehr zu empfehlen.

Merkmal usw.

Eingabe Daten
Berechnete Werte
Bilderzeichnungen
Namen
VERGLEICH(;;0)
INDEX(;;)
SVERWEIS(;;0)
ISTLEER()
ISTZAHL()
WENN(;;)
FEST(;;)
= "text1"&BEZUG

Protokollblatt  
 Protokollblatt

Berechnung\*  
 alle Blätter

Änderungsübersicht

Die Datei sollten Sie als EXCEL Mustervorlage " ##.xlt" anlegen. D.h. bei Öffnen über den Explorer wird dann automatisch ein neuer Dateiname vergeben. Ein Überschreiben des Musters wird somit vermieden. Gleiches gilt, wenn die Datei über EXCEL "Datei\_neu" aus einem Musterverzeichnis heraus erstellt wird.

### 4. Quellen

- 1 MSA Fourth Edition 2010
- 2 VDA Leitader zur "Fähigkeit zur Herstellung von Systemen" Stand 12/1999
- 3 Leitfaden BSI Heft 0, 003
- 4 VDA 5 Prüfprozesseignung 2. Auflage 2016
- 5 STATGRAPHICS Centurion XVI

TQU Verlag, Magirus-Lenz Straße 1, 97719 Im Deuschland, Telefon 073 717 60 00, [info@tqu-group.com](mailto:info@tqu-group.com), [www.tqu-verlag.com](http://www.tqu-verlag.com)

QUALITY APPS im TQU VERLAG  
[www.tqu-verlag.de](http://www.tqu-verlag.de)

Allgemein	Datum	9. Mai. 00	
	Verantwortlich	Reuter	
	Abt./Kst.	QM	
	Prüfort	Leipzig	
Prüfmittel	Bezeichnung	Sensor	
	Ident-Nummer	ABC-10	
	Messbereich	1,000	mm
	Auflösung	0,001	mm
Normale	Bezeichnung	Endmaßsatz	
	Ident	0814	
	Maß x <sub>m</sub>	6,000	mm
	Maß x <sub>g</sub>	6,001	mm
Merkmal	Bezeichnung	Welle	
	Ident-Nummer	4711	
	Merkmal	Durchmesser	
	Nummer	4711	
	Messmethode	mm	
	Sollmaß	6,000	mm
	oberes Arm	6,020	mm
	unteres Arm	5,980	mm
	OSG	6,020	mm
	USG	5,980	mm
Toleranz	0,040	mm	
Streuungen	Verfahren_1	0,0006	mm
	Vorlauf	0,0004	mm
	2,5% Toleranz	0,0010	mm
Glättungsfaktor	0,20	$\lambda$	
Irrtumswahrscheinlichkeit	1%	$\alpha$	

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

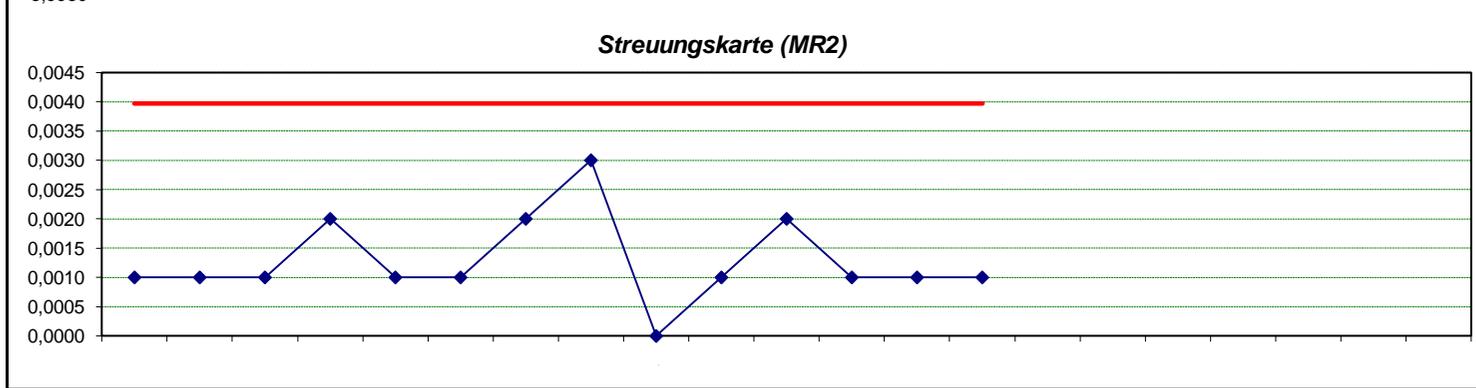
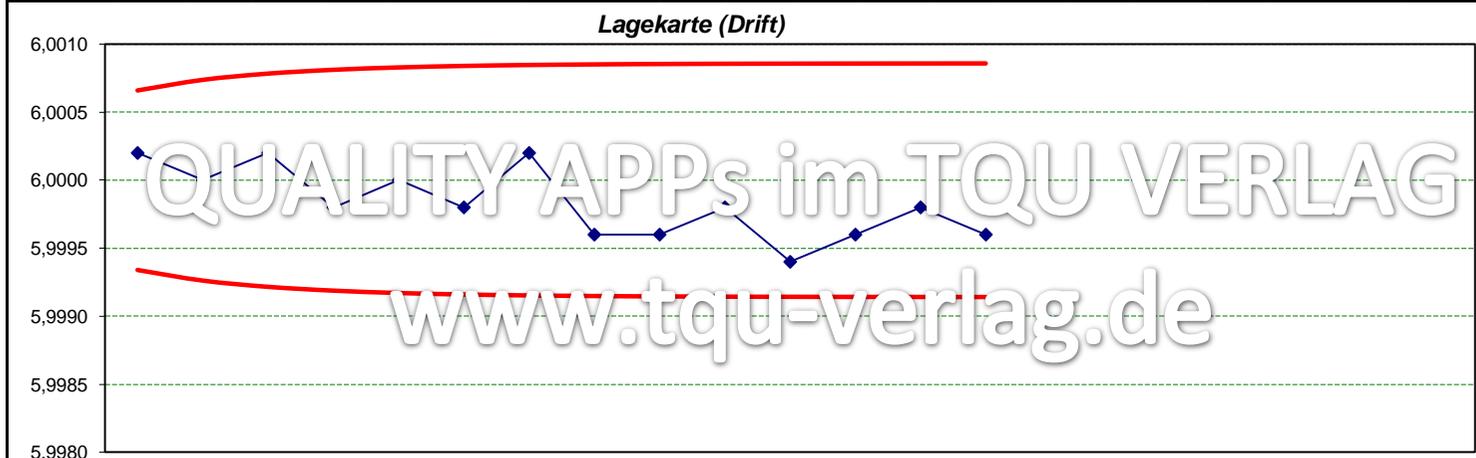
Nr.	Date	Wert_1	Prüfer	Temp	<i>Bitte überprüfen Sie die Daten auf korrekte Eingabe!</i>
1	03.01.11	6,000	319	20,1	
2	13.01.11	6,001	319	20,0	
3	23.01.11	6,000	319	20,2	
4	02.02.11	6,001	319	20,3	
5	12.02.11	5,999	319	19,8	
6	22.02.11	6,000	319	20,0	
7	04.03.11	5,999	319	19,8	
8	14.03.11	6,001	320	20,1	
9	24.03.11	5,998	320	20,2	
10	03.04.11	5,998	320	20,3	
11	13.04.11	5,999	320	20,2	
12	23.04.11	5,997	320	20,3	
13	03.05.11	5,998	320	20,2	
14	13.05.11	5,999	320	20,4	
15	23.05.11	5,998	320	20,5	
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52	TQU Verlag, Magirus-Deutz-Straße 18, 89077 Ulm Deutschland, Telefon 0731/14660200, verlag@tqu-group.com, www.tqu-verlag.com				

QUALITY APPs im TQU VERLAG

[www.tqu-verlag.de](http://www.tqu-verlag.de)

<b>1</b>	<b>MSA Verfahren 5 (Modifikation BOSCH)</b> <b>Stabilität</b>															FB ##-## Freigabe ##					
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------	--	--	--	--	--

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Date	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####							
$x_i$	6,001	6,000	6,001	5,999	6,000	5,999	6,001	5,998	5,998	5,999	5,997	5,998	5,999	5,998							
EWMA	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	8,000	6,000	6,000	6,000	6,000	5,999	6,000	6,000	6,000							
R2	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,000	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001							



Bearbeiter **Reuter**

**Prüfmittel**

Bezeichnung **Sensor**

Id.-Nummer **ABC-10**

Messbereich **1,000mm**

Auflösung **0,001mm**

**Teil**

Bezeichnung **Welle**

Id.-Nummer **4711**

**Normale**

Bezeichnung **Endmaßsatz**

Id.-Nummer **0814**

Maß  $x_m$  **6,000mm**

**Merkmal**

Bezeichnung **Durchmesser**

Sollmaß **6,000mm**

OSG **6,020mm**

USG **5,980mm**

T **0,040mm**

Streuung **0,001mm**

**2,5% Toleranz**

Irrtumswahrscheinlichkeit **1,0%**

Datum 12.04.2012

Unterschrift \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_