

Kalibrierung von Mess- und Prüfmitteln

Qualitätsmanagement und Prüfmittelüberwachung im EMV-Bereich

A.03

Qualitätsprodukte lassen sich nur erzeugen, wenn sie während des Entwicklungs- und Produktionsphase mit Hilfe von Messungen verifiziert werden. Wie genau die Messungen durchgeführt werden können hängt u.a. wesentlich von der Messgenauigkeit und damit von der Kalibrierung der Geräte ab.

Fundiertes Know-how bezüglich der Normen, die die Qualität von elektronischen Geräten direkt oder indirekt zum Inhalt haben, gehört zu den unverzichtbaren Voraussetzungen für den Betrieb eines EMV-Testlabors. Zu diesen Normen gehören:

- ▶ Norm der Kalibrier- und Testlabore DIN 17025
- ▶ DIN EN ISO 9000/2000
- ▶ Norm der Autoindustrie ISO/TS 16949 (QS 9000)
- ▶ VDI/VDE 2622 – Kalibrieren von Messmitteln elektrischer Größen
- ▶ EN 14253-1/98 – Konformitätsaussage, Prüfscheid

Prüfmittelmanagement und ISO 9000

Mitte Dezember 2000 hat die International Organization for Standardization (ISO) in

▶ Autor

Dipl.-Ing. VOLKER VON SCHINTLING-HORNY ist geschäftsführender Gesellschafter der Caldi GmbH und Mitglied des Fachausschusses VDI/VDE/GMA FA 3.12; Am Gierath 8, D-40885 Ratingen
Fon: 02102/37805, Fax: 02102/37949
E-mail: info@caldi.de

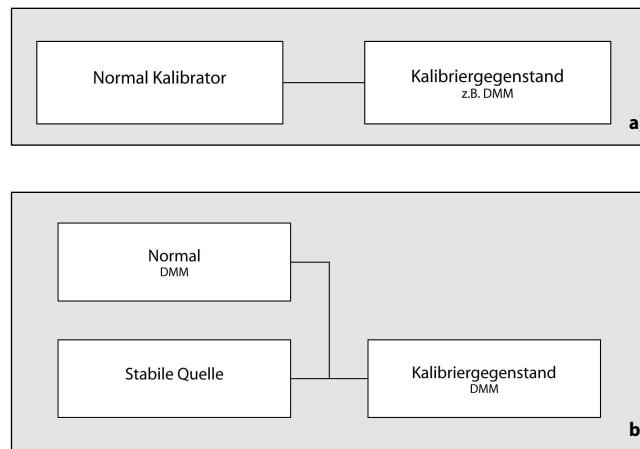


Abb. 1 Prinzipielle Kalibrieranordnungen;
a) Vergleich mit Kalibrator als Normal

b) Vergleich mit anzeigenden Messgerät (z.B. mit DMM)

Genf die drei einschlägigen und grundlegend überarbeiteten internationalen Normen offiziell freigegeben: ISO 9000 ‚Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe‘, ISO 9001 ‚Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen‘ und ISO 9004 ‚Qualitätsmanagementsysteme – Leitfaden zur Leistungsverbesserung‘. Sechs Jahre lang haben Delegierte aus 63 Ländern an der Revision 2000 der Normenreihe gearbeitet – unter aktiver Beteiligung der Anwender. Die Zahl der Stellungnahmen aus aller Welt zu den nacheinander vorgelegten Entwurfsfassungen ging in die Tausende. Die Ergebnisse der praktischen Erprobung des neuen Ansatzes durch über 600 Unternehmen wurden ausgewertet und berücksichtigt.

Die Norm DIN ISO 9000 beschreibt ein ganzheitliches Qualitätsmanagement über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts vom Marketing über Design, Beschaffung, Produktion bis zum Recycling bzw. Beseitigung nach dem Gebrauch. Die Normen wurden entwickelt, um Organisationen jeder Art und Größe beim Verwirklichen von und beim Arbeiten mit wirksamen Qualitätsmanagementsystemen zu helfen.

Eine Zertifizierung gemäß dieser Normenfamilie weist ein Unternehmen als exzellenten Lieferanten oder Partner aus und hilft dem Unternehmen gleichzeitig langfristig kontinuierliches Wachstum und den Bestand der Organisation zu sichern.

Rund 350.000 Unternehmen in 150 Ländern haben seit 1987 ein Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001ff eingeführt und sich zertifizieren lassen.

- ▶ ISO 9000 beschreibt Grundlagen für Qualitätsmanagementsysteme und legt die Terminologie für Qualitätsmanagementsysteme fest.
- ▶ ISO 9001 legt die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem für den Fall fest, dass eine Organisation ihre Fähigkeiten darlegen muss.
- ▶ ISO 9004 stellt einen Leitfaden bereit, der sowohl die Wirksamkeit, als auch die Effizienz des Qualitätsmanagementsystems betrachtet. Das Ziel dieser Norm besteht in der Leistungsverbesserung der Organisation sowie der Verbesserung der Zufriedenheit der Kunden und anderer interessierter Parteien.

Qualitätsmanagement: ISO TS 16949 (QS 9000)

Internationale Normen wie die ISO 9001/9002 reichen für die Anforderungen der Automobilindustrie an ein QM-System nicht aus. Branchenzusätzliche Forderungen wie die VDA 6.1 der deutschen Hersteller oder die QS 9000 der ‚Großen Drei‘ (Ford, General Motors und Daimler-Chrysler) stellen die Lieferanten oft vor die Herausforderung, mehrere QM-Systeme parallel zueinander anzubieten. Diese müssen nebeneinander in die Organisation des eigenen Unternehmens integriert werden. Auch die französischen und italienischen Kunden fordern QM-Systeme nach eigenen nationalen Regelwerken. Die Vereinheitlichung, Harmonisierung und Anerkennung der ISO/TS 16949 durch derzeit fast alle Automobilhersteller bringt eine spürbare Verbesserung der Situation. Im Rahmen der Zertifizierung müssen folgenden Anforderungen erfüllt werden:

- ▶ Direkte Lieferanten müssen sich von einer akkreditierten Zertifizierungsgesellschaft zertifizieren lassen
- ▶ Jede Produktionsstätte muss zertifiziert werden
- ▶ Ausdrücklich vorgeschrieben ist der Einsatz von Qualitätsmanagement- und Optimierungstechniken zur Entscheidungsfindung
- ▶ Die Eignung des Systems muss mit Ergebnissen nachgewiesen werden
- ▶ Die Durchführung von Verbesserungsprojekten ist nachzuweisen

Kalibrierdienstleistungen

Die Kalibrierung der EMV-Prüfmittel muss durch ein qualifiziertes internes Laboratorium oder ein unabhängiges geschäftsmäßig tätiges Laboratorium, oder durch eine vom Kunden anerkannte staatliche Stelle durchgeführt werden. Das Arbeitsgebiet des Laboratoriums muss die Kalibrierung dieser Prüfmittel beinhalten.

Unabhängige und kommerzielle Kalibrierlaboratorien müssen entweder nach ISO/IEC Guide 25 oder dem äquivalenten nationalen Standard akkreditiert sein, oder dies anderweitig nachweisen können.

DIN EN ISO/IEC 17025 : Akkreditierung von Prüflaboratorien

Mit der Norm DIN EN ISO/IEC 17025 ist im April 2001 die Fassung der nun weltweit gleich lautenden Norm für die Akkreditierung von Prüflaboratorien in Kraft getreten. Ein wichtiger Bestandteil der neuen Norm sind

Tabelle 1: Blätter der Richtlinie VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Kalibrieren von Messmitteln für elektrische Größen

Blatt	Titel	Inhalt	Status/Druck/Erscheinung
1	Grundlagen	Behandlung der gemeinsamen Grundlagen zur Kalibrierung von Messmitteln für elektrische Größen.	Weißdruck deutsch/englisch Jan. 2001
2	Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit	Beschreibung von vereinfachten Methoden zur Ermittlung der Messunsicherheit.	Weißdruck deutsch/englisch Nov. 2002
3	Digitalmultimeter	Anleitung zur Kalibrierung von Digitalmultimetern. Ein Beispiel zeigt die Ermittlung der Messunsicherheit auf.	Entwurf deutsch Dez. 1998
4	Elektrische Oszilloskope	Beschreibung zur Vorgehensweise bei der Kalibrierung von Oszilloskopen. Hier sind Analog-, Digitalspeicheroszilloskope und Transientenrekorder berücksichtigt. Ein Beispiel zeigt die Ermittlung der Messunsicherheit auf.	Entwurf deutsch Dez. 1998
5	Funktionsgeneratoren	Die Vorgehensweise zur Kalibrierung von Funktionsgeneratoren wird erläutert. Ein Beispiel zeigt die Ermittlung der Messunsicherheit auf.	Entwurf deutsch Sept. 2002
6	Stromversorgungsgeräte		in Vorbereitung
7	Universalzähler	Dieses Blatt gibt Empfehlungen zur Kalibrierung von Universalzählern. Die wichtigsten Zählereigenschaften, wie Frequenzabweichung, Frequenzdrift, Einlaufverhalten sowie die wichtigsten Zählerfunktionen sind berücksichtigt. Ein Beispiel zeigt die Ermittlung der Messunsicherheit auf.	Entwurf deutsch Feb. 2002
8	Gleichstromwiderstände	Die Kalibrierung von Einzel- und Mehrfachwiderständen sowie Widerstandskombinationen für den Bereich von 10^{-4} Ohm bis 10^{+14} Ohm ist beschrieben. Berücksichtigt werden dabei nur Maßverkörperungen für Gleichstromkreise.	Entwurf deutsch Dez. 1998
9	Prüfgeräte zur Feststellung der elektrischen Sicherheit		in Vorbereitung
10	Hochfrequenz-Feldstärke-Messgeräte	Das Blatt beschreibt die Kalibrierung von Hochfrequenz-Feldstärkemessgeräten in unmodulierten Hochfrequenzfeldern. Die Richtlinie beschreibt im Anhang an einem Beispiel die Messunsicherheitsbetrachtung und geht auf die rückführbare Darstellung eines Kalibrierfeldes ein.	Entwurf deutsch Dez. 2001
11	Spektrumanalysatoren	Die Mindestanforderungen für die Kalibrierung sind zusammengestellt. Weiterhin ist die Rückführung auf nationale Normale beschrieben. Ein Anhang erläutert die Ermittlung der Messunsicherheitsbeiträge	Entwurf deutsch März 1999
12	Mesempfangen	Das Blatt beschreibt die grundsätzliche Kalibrierung von Mesempfangern sowie die Rückführung auf nationale Normale.	Entwurf deutsch Mai 2002
13	EMV-Impulsgeneratoren		in Vorbereitung
14	Signalgeneratoren		in Vorbereitung
15	Netznachbildungen		in Vorbereitung
16	Netzwerkanalysatoren		in Vorbereitung
17	Messzangen		in Vorbereitung
20	Messverstärker		in Vorbereitung
21	Schreiber	Anleitung zur Kalibrierung von Schreibern. Ein Beispiel zeigt die Ermittlung der Messunsicherheit auf.	Entwurf deutsch Dez. 2001

die Anforderungen nach ISO 9001 bzw. 9002. Damit erfüllt ein nach ISO 17025 akkreditiertes Labor auch die Kriterien der DIN EN ISO 9000ff.

Die Norm enthält allgemeine Anforderungen, die sowohl das Management als auch die technische Ausrüstung der Prüf- und Kalibrierlaboratorien betreffen. Folgende Bereiche sind Gegenstand der DIN:

- ▶ Vergabe von Prüfungen und Kalibrierungen im Unterauftrag
- ▶ Beschwerden
- ▶ Lenkung bei fehlerhaften Prüf- und Kalibrierarbeiten
- ▶ Räumlichkeiten und Umgebungsbedingungen

- ▶ Prüf- und Kalibrierverfahren und deren Validierung
- ▶ Messtechnische Rückführung
- ▶ Handhabung von Prüf- und Kalibriergegenständen
- ▶ Ergebnisberichte

Sofern Prüf- und Kalibrierlaboratorien die Anforderungen dieser international gültigen Norm erfüllen, betreiben sie für ihre Prüf- und Kalibriertätigkeit ein Qualitätsmanagementsystem, welches auch die Anforderungen von ISO 9001 erfüllt, falls sie sich mit Design und Entwicklung von neuen Verfahren befassen und/oder Prüfprogramme als Kombination aus genormten und nicht genormten Prüf- und Kalibrierverfahren entwickeln.

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 Blatt 1: Grundlagen

Mit den Kalibrierrichtlinien VDI/VDE/DGQ / DKD 2622 Blatt 1ff. ist eine überbetriebliche Basis zur Kalibrierung von Messmitteln für elektrische Größen geschaffen worden. Sie sollen es Abnehmern (Auftraggebern) und Lieferanten (Kalibrierlaboratorien) erleichtern, sich auf eine gemeinsame Vorgehensweise bei der Kalibrierung zu einigen. Damit ist auch für die Prüfmittelüberwachung nach DIN EN ISO 9000ff. eine einheitliche Grundlage gegeben.

Für diese Richtlinie werden die Begriffe Messmittel und Prüfmittel nach folgender Definition benutzt:

- ▶ **Messmittel:** Alle Messgeräte, Normale, Maßverkörperungen, Referenzmaterialien, Hilfsmittel und Anweisungen, die für die Durchführung einer Messung notwendig sind. Dieser Begriff umfasst Messmittel, die für Prüfzwecke, und solche, die für die Kalibrierung verwendet werden (DIN ISO 10012-1; 1992-08;3.2).
- ▶ **Prüfmittel:** Prüfmittel sind Messmittel, die zur Darlegung der Konformität von Produkten festgelegter Qualitätsforderungen benutzt werden. Hinweis: Prüfmittel unterliegen immer der Prüfmittelüberwachung gemäß der Normenfamilie DIN EN ISO 9000.

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622

Blatt 1: Kalibrieren von Messmitteln für elektr. Größen

Gemäß der Definition umfasst das Kalibrieren die Tätigkeiten zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen den ausgegebenen Werten eines Messmittels oder einer Messeinrichtung oder den von einer Maßverkörperung oder von einem Referenzmaterial dargestellten Werten und den zugehörigen, durch Normale festgelegten Werten einer Messgröße unter vorgegebenen Bedingungen (DIN-Internationales Wörterbuch der Metrologie; 1993).

Die Kalibrierung erfolgt durch Vergleich mit einem Normal (Maßverkörperung, Messgerät, Messeinrichtung). Die Kalibrierung ist Feststellung des IST-Zustandes, Aussagen zur Langzeitstabilität werden dabei nicht getroffen.

VDI/VDE/DGQ/DKD 2622

Blatt 13-1: EMV-Impulsgeneratoren Teil 1: ESD-Generatoren

Diese Richtlinie gilt für die Kalibrierung von ESD-Generatoren nach – und in Verbindung mit der EMV-Grundnorm EN61000-4-2 ‚Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität‘. Die Kalibrierung hat den Nachweis zu erbringen, dass die Entladeströme der ESD-Generatoren die Spezifikationen der EN61000-4-2 einhalten. Als Messeinrichtung ist ein Oszilloskop mit einer Abtastrate größer 1 GHz nötig. Die Messunsicherheit wird hierbei vor allem durch folgende Geräteeigenschaften bestimmt:

- ▶ Abtastung: digital-single-shot;
- ▶ Speicherung

Es wird nur die Kontaktentladung (spitze Entladeelektrode) kalibriert. Zu beachten sind bei der ESD-Generator-Kalibrierung-Anordnung:

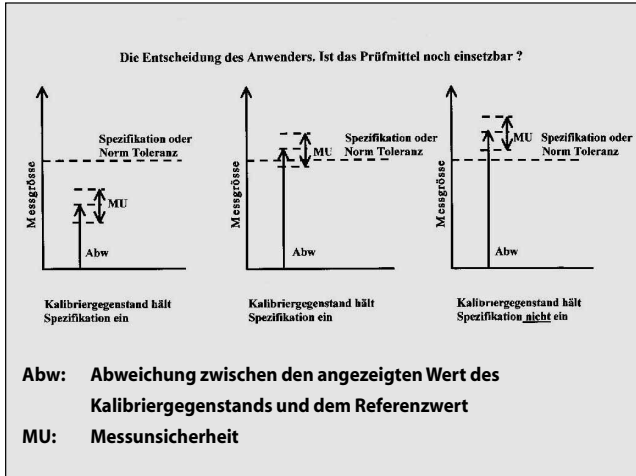


Abb. 2: Heute allgemein bekannte Methode zur Erarbeitung der Konformitätsaussage bzw. des Prüfbescheids

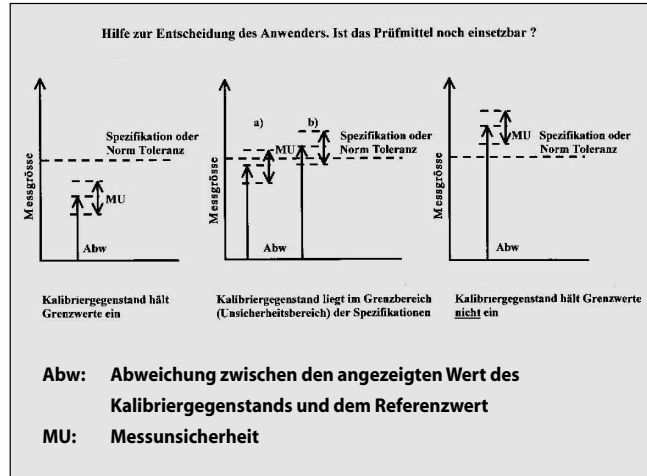


Abb. 3: Heute allgemein bekannte Methode zur Erarbeitung der Konformitätsaussage bzw. des Prüfbescheids

- ▶ Die bezüglich Target mittige und senkrechte Anordnung der ESD-Pistole (Target: Entladeelektrode realisiert durch einen Entladewiderstand von 2 Ohm bei einer Anpassung an den Wellenwiderstand von 50 Ohm)
- ▶ Die isolierte Halterung der ESD-Pistole (darf bei der Kalibrierung nicht durch ein Person gehalten werden, da dies die Stromwerte beeinflusst)
- ▶ Die Anordnung der Masseleitung zum 1 m entfernten Massepunkt

Abbildung 4 zeigt die typische Kurve des Entladestromes und die zu bestimmenden Parameter, für einen ESD-Generator bei $\pm 2, 4, 6$ und 8 kV .

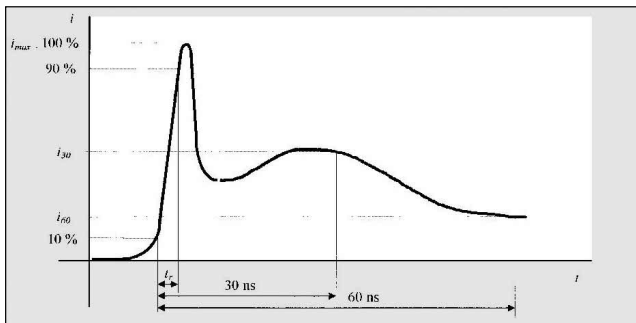


Abb. 4: Typische Kurvenform des Entladestromes des ESD-Generators

Prüfmittelüberwachung

Der Prüfmittelüberwachung kommt eine fehlerverhütende Funktion zu. Hier werden alle Tätigkeiten zusammengefasst, die die Einsatzfähigkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Prüfmitteln betreffen. Hierzu gehören die Bauart- und Erstprüfung, die Einsatzplanung und Überwachung, das Erstellen von Prüfvorschriften, die Überwachungsprüfung, wie kalibrieren oder justieren. Die Instandhaltung sowie die Überprüfung und Berücksichtigung der relevanten Vorschriften und Normen ist ebenfalls bei der Prüfmittelüberwachung zu berücksichtigen.

Jeder Betreiber eines Prüfmittels ist für die einwandfreie Funktion, auch in Hinsicht auf die Produkthaftung, selbst verantwortlich. Um

das Risiko einer Fehlmessung klein zu halten, ist das Prüfmittel regelmäßig zu kalibrieren. Hierzu sucht sich ein Betreiber aus dem Internet, oder der Liste der DKD (Deutscher Kalibrierdienst/Braunschweig) akkreditierten Kalibrierlabore, einen geeigneten Kalibrierer aus. Mit diesem vereinbart er einen Termin und sendet das zu kalibrierende Prüfmittel, mit Bedienungsanleitung und Herstellerspezifikationen, an die Kalibrierstelle.

Qualität der Kalibrierung

Wie beurteilt man aber die Qualität einer Messung oder Kalibrierung? Die Antwort ist nicht einfach. Sehr schnell ist eine Vergleichsmessung durchgeführt und die abgelesenen Werte in einen Kalibrierschein geschrieben. Vielleicht wird auch noch die Abweichung berechnet. Welche Aussagekraft besitzen nun aber diese Angaben, wenn sich bei der Messwerterfassung z.B. ein Ablesefehler eingeschlichen hat oder das Multimeter einen Wackelkontakt hat. Die Ergebnisse sind unsicher! Deshalb besteht ein vollständiger Kalibrier- oder Messwert aus zwei Komponenten: Dem Anzeigewert (z.B. 110 V) und der Messunsicherheit (z.B. $\pm 1 \text{ V}$)

Die Messunsicherheit der zur Kalibrierung eingesetzten Normale sollte an jedem Mess-

punkt in Bezug auf die Messunsicherheit des Kalibriergegenstandes oder bezüglich einer vorgegebenen Grenze für die Messabweichung mindestens um den Faktor drei geringer sein. Ist dieser Faktor kleiner, darf die Kalibrierung nur noch auf der Grundlage einer detaillierten Messunsicherheitsanalyse erfolgen. In diesem Fall ist auf dem Kalibrierzertifikat ein deutlicher Hinweis auf die Messunsicherheitsanalyse notwendig.

Der Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit beim Messen, der deutschen Übersetzung des ‚ISO-Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement‘, enthält Regeln zur Ermittlung der Standardmessunsicherheit u oder der erweiterten Messunsicherheit $U = k * u$ als das Vielfache der Standardmessunsicherheit.

Kundenorientierung

Die Ermittlung der Kundenforderungen und die Überwachung der Kundenzufriedenheit wie sie in der DIN EN ISO 9000/2000 gefordert wird, ist auch für den EMV-Bereich zu empfehlen. Der vielfach beschworene Begriff der Kundenzufriedenheit und das Ziel, die Wünsche der Kunden nicht nur zu erfüllen, sondern noch zu übertreffen, bleiben ohne Wirkung, wenn sie nicht mit Überzeugung gelebt werden. In der neuen Normenfamilie nimmt der Kunde daher jetzt eine zentrale Rolle ein. Die Kundenzufriedenheit kann als Maßstab für das QM-System eines EMV-Testlabores dienen.

Sowohl die alte, als auch die neue Norm erwähnen in ihrem jeweiligen Abschnitt 1 ‚Anwendungsbereich‘ die Kundenzufriedenheit als ein zentrales Anliegen der Norm, vielleicht das zentrale überhaupt. So weit gibt es keine grundsätzliche Änderung in der Philosophie der Norm. Bei genauerer Betrachtung fallen jedoch die folgenden neuen Punkte auf:

Der Abschnitt 8.2.1 ‚Kundenzufriedenheit‘ in DIN EN ISO 9001/2000-12 fordert: „Die Organisation muss Informationen über die Wahrnehmung der Kunden in der Frage, ob die Organisation die Kundenanforderungen erfüllt hat, als eines der Maße für die Leistung des Qualitätsmanagementsystems, überwachen.“ Hieraus ergeben sich Fragen bezüglich der Messbarkeit der Kundenzufriedenheit, die ähnlich zu diskutieren sind wie diejenigen bezüglich der Messbarkeit der Qualitätsziele. Kundenbefragungen mit Hilfe von Fragebögen kann helfen, diese Aufgabe zu bewältigen.

Beispiel

Folgende Fragen wurden den Kunden des EMV-Kalibrierlabors Caldi GmbH/Ratings zur Ermittlung der Kundenzufriedenheit vorgelegt:

Wie zufrieden sind Sie bezüglich der:

- ▶ Kalibrierzeit
- ▶ Dokumentation, Protokolle
- ▶ Beratung
- ▶ Verpackung der Messgeräte
- ▶ Transport
- ▶ Gesamtbewertung

Als Antwortmöglichkeiten wurden Noten von 1 für sehr gut bis 5 für ungenügend vorgegeben. Schon die einfache Berechnung des Durchschnitts sowie der Verteilung der einzelnen Noten erlauben Rückschlüsse, wo der gewünschte Qualitätsstandard bereits erreicht ist oder die Unternehmensleitung für eine Verbesserung des Serviceangebots sorgen muss.

Literatur

- [1] DIN ISO 10012-1 – Forderung an die Qualitätssicherung für Messmittel
- [2] VDI/VDE/DGQ/DKD Richtlinie 2622 Blatt 1 ff. (2001) Beuth-Verlag
- [3] DIN ISO 9000/200
- [4] Stockhausen-Kalibrierfibel 8. Auflage zu beziehen bei CALDI GmbH

Beitrag als PDF im Internet:

www.publish-industry.net 
more @ click EK3A0301

How to use


!

1. www.publish-industry.net
2. ‚more@click‘-Code eingeben
3. Anbieter kontaktieren – Diskutieren – Recherchieren

