

Achim Kistner
Bertram Schäfer

Prüfmittel- management



HANSER

DGQ

Deutsche Gesellschaft
für Qualität

HANSER

DGQ

DGQ-Band 13-61

DGQ

PRÜFMITTELMANAGEMENT T

ausgearbeitet unter der Leitung
der
Deutschen Gesellschaft für
Qualität e.V. (DGQ)
August-Schanz-Straße 21 A, D-
60433 Frankfurt am Main

1. Auflage

Die Autoren:

*Achim Kistner
Betram Schäfer*

Haftungsausschluss

DGQ-Bände sind Empfehlungen, die jedermann frei zur Anwendung stehen. Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen. Die DGQ-Bände berücksichtigen den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden Stand der Technik. Durch das Anwenden der DGQ-Empfehlungen entzieht sich niemand der Verantwortung für sein eigenes Handeln. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr. Eine Haftung der DGQ und derjenigen, die an der DGQ-Empfehlung beteiligt sind, ist ausgeschlossen. Jeder wird gebeten, wenn er bei der Anwendung der DGQ-Empfehlungen auf Unrichtigkeiten oder die Möglichkeit einer unrichtigen Auslegung stößt, dies der DGQ umgehend mitzuteilen, damit etwaige Fehler beseitigt werden können.

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine juristische Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso übernehmen Autoren und Verlag keine Gewähr dafür, dass beschriebene Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt deshalb auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes

Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2015 Carl Hanser Verlag München

www.hanser-fachbuch.de

Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V. (DGQ)

Lektorat: Lisa Hoffmann-Bäuml

Herstellung: Thomas Gerhardy

Umschlagrealisation: Stephan Rönigk

ISBN 978-3-446-44264-1

E-Book ISBN 978-3-446-44293-1

Verwendete Schriften: SourceSansPro und SourceCodePro ([Lizenz](#))

CSS-Version: 1.0

Inhalt

Titelei

Impressum

Inhalt

Vorwort

Einleitung

Teil I Normenforderungen an das Prüfmittelmanagement und deren Umsetzung

1 Grundlagen

1.1 Prüfmittelmanagement in der ISO 9000 und ISO 9001

1.2 Prüfmittel, Messmittel, Überwachungsmittel?

1.3 Fazit

2 Umsetzung des Prozessansatzes der ISO 9001 für Prüfprozesse

2.1 Forderungen der ISO 9001

2.2 Planen und Einführen der Prüfprozesse

2.3 Fazit

3 Lenkung von Prüf- und Messmitteln nach ISO 9001 – Verwaltung und Überwachung

3.1 Forderungen der ISO 9001

3.2 Identifizierung von Mess- und Prüfmitteln

3.3 Festlegung der Nummernkreise

3.4 Stammdaten für jedes Prüfmittel

3.5 Prüfmittelüberwachung

3.5.1 Überwachung

3.5.2 Kalibrierung

3.5.3 Einige Kalibrierprozesse

3.5.4 Bewertung von Kalibrierergebnissen

3.5.5 Kalibrierschein

3.6 Fazit

4 Forderungen anderer Normen an das Prüfmittelmanagement

4.1 DIN 32937:2006-07 Mess- und Prüfmittelüberwachung

4.2 DIN ISO EN 10012 Messmanagementsysteme

4.3 Forderungen an Prüfmittel

Teil II Standard-Methoden zur Messunsicherheitsanalyse, Messsystemanalyse und Prüfprozesseignung

5 Messunsicherheitsanalyse nach GUM

5.1 Messunsicherheit

5.2 GUM schrittweise

5.2.1 Schritt 1: Festlegung der Messgröße, Beschreibung der Messaufgabe

5.2.2 Schritt 2: Ermittlung und Benennung aller Einflüsse, die Auswirkung auf das Messergebnis haben

5.2.3 Schritt 3: Ermittlung der Standardunsicherheit

5.2.4 Schritt 4: Ermittlung der kombinierten Standardunsicherheit

5.2.5 Schritt 5: Ermittlung der erweiterten Unsicherheit

5.3 Dokumentation

5.3.1 Erstellen eines Unsicherheitsbudgets

5.3.2 Darstellung des Ergebnisses

5.4 Fazit

6 Messsystemanalyse (MSA)

6.1 Auswahl eines Messgeräts mit hinreichender Auflösung

6.2 Auswahl eines geeigneten Normals oder Referenzteils

6.3 Verfahren 1 (Messsystem)

6.4 Verfahren 2 (für Messprozesse mit Bedienerinfluss)

6.4.1 Schritt 1: Auswahl der Prüfobjekte und der Prüfer

6.4.2 Schritt 2: Vorbereitende Dokumentation

6.4.3 Schritt 3: Durchführung der Messungen des ersten Prüfers

6.4.4 Schritt 4: Durchführung der Messungen weiterer Prüfer

6.4.5 Schritt 5: Überprüfung der Teileauswahl

6.4.6 Schritt 6: Berechnung von Mittelwerten

6.4.7 Schritt 7: Berechnung der Varianzen von Teilsummen

6.4.8 Schritt 8: F-Test

6.4.9 Schritt 9: Schätzung der Kennwerte EV, AV, PV, IA und TV

6.4.10 Schritt 10: Berechnung der Streuung des Messsystems(Kennwert GRR)

6.4.11 Schritt 11: Beurteilung der Fähigkeit

6.4.12 Schritt 12: Berechnung der Anzahl unterscheidbarer Bereiche im Messprozess

6.4.13 Die relative Bedeutung der Kenngrößen EV, AV, IA und PV

6.4.14 Der Beitrag der Streuungskomponenten zur Gesamtvarianz

6.5 Verfahren 3 (für Messprozesse ohne Bedienereinfluss)

6.6 Vorgehen bei „nicht fähigen Messsystemen“

6.7 Verfahren 4 (Linearitätsstudie)

6.8 Verfahren 5 (fortlaufende Überwachung der Messbeständigkeit)

6.9 Verfahren 6: Attributive Messsystemanalyse

6.9.1 Lehren

6.9.2 Erfassung der Ergebnisse

6.9.3 Methoden der Datenanalyse

6.10 Fazit

7 Prüfprozesseignung nach VDA 5

7.1 Messunsicherheit an den Spezifikationsgrenzen(DIN EN ISO 14253-1)

7.2 Einflüsse auf die Unsicherheit beim Messen

7.2.1 Systematische Messabweichung (Genauigkeit, Bias)

7.2.2 Wiederholpräzision (Messgerätestreuung)

7.2.3 Vergleichspräzision (Bedienerstreuung)

7.2.4 Zeitabhängige Streuung (Stabilität, Messbeständigkeit)

7.2.5 Linearität (Streuung im Messbereich)

7.3 Eignungsprüfung von Messprozessen

7.3.1 Standardunsicherheiten, Standardmessunsicherheiten $u(x_i)$

7.3.2 Kombinierte Standardunsicherheit $u(y)$

7.3.3 Erweiterte Messunsicherheit U

7.3.4 Unsicherheitsbudget

7.3.5 Eignungskennwerte und deren Grenzwerte

7.3.6 Kleinste prüfbare Toleranz

7.3.7 Lineare Berücksichtigung an den Toleranzgrenzen

7.3.8 Langzeitbetrachtung und laufende Überprüfung

7.4 Eignungsnachweis bei attributiven Prüfmitteln

7.4.1 Umgang mit nicht geeigneten Messsystemen und -prozessen

7.4.2 Firmeninterne Vorgehensweise

7.5 Besondere Prüfprozesse

7.5.1 Kleine Toleranzen oder Geometrieelemente

7.5.2 Sonderfälle

7.6 Fazit

7.7 Exkurs: Messunsicherheitsbetrachtungen in der Inline-Messtechnik (VDA 5.1)

7.7.1 Ermittlung der Messsystem- und Messprozesseignung

7.7.2 Praxisorientierte Erklärungen

Literatur

Vorwort

Korrekte Mess- und Prüfergebnisse sind die Grundlage jeder Qualitätssicherung! Doch jede Messung und jede Kalibrierung kosten Zeit und Geld. Die Schwierigkeit besteht darin, das richtige Maß zwischen Kundenanforderungen und möglichst niedrigem Risikopotenzial einerseits und Kosten-Nutzenrechnung andererseits, zu finden. Stets das richtige Prüfmittel zur richtigen Zeit, korrekt kalibriert, am richtigen Ort parat zu haben, ist zudem eine logistische Herausforderung. Diese komplexen und vielfältigen Anforderungen können nur erfolgreich bewältigt werden, wenn ein adäquates Prüfmittelmanagement eingeführt wird.

Dieses Buch führt in den prozessorientierten Ansatz des Prüfmittelmanagements ein. Es soll dem Leser helfen, geeignete Prozesse für die Planung, Verwaltung, Überwachung und Kalibrierung von Prüfmitteln für die Entwicklung und Produktion zu entwerfen. Um den Entscheidungsspielraum, den die ISO 9001 lässt, richtig ausschöpfen zu können, werden die Standard-Methoden GUM, MSA und VDA 5 ausführlich erläutert.

Damit richtet sich das Buch zum einen an Prüfmittelmanager, die die Prüfmittelüberwachung gestalten, die notwendigen Verfahren festlegen und die Überwachung selbst durchführen. Es

richtet sich zum anderen an Prüfplaner, die Verfahren im Prüf- und Auswertungsprozess auswählen und die Ergebnisse analysieren, verstehen und Schlüsse daraus ziehen.

Dieses Fachbuch basiert auf dem DGQ-Band 13 – 61 „Prüfmittelmanagement“ der DGQ-AG 136. Für diese vollständige Neuauflage als Hanser-Fachbuch wurde das Manuskript von Autoren, die als DGQ-Trainer für Prüfmittelmanagement und statistische Methoden ausgewiesene Experten zu diesem Thema sind, grundlegend überarbeitet. Neben den Autoren,

- Herrn Achim Kistner, Kistner Metrologie GmbH, Boxberg-Unterschüpf und
- Herrn Bertram Schäfer, STATCON, Witzenhausen

gilt ein großer Dank folgenden Personen, die an dieser Überarbeitung mitgewirkt oder wichtige Teile dazu beigetragen haben:

- Herrn Dr.-Ing. Edgar Dietrich, Q-DAS, Weinheim,
- Herrn Dr. Ulrich Fiege, STATCON, Witzenhausen,
- Frau Hildegard Pauler-Beckermann, Konstruktion + Unternehmensberatung, Bielefeld,
- Frau Ulrike Urban-Kreitewolf, Kreitewolf Messtechnik, Hilchenbach und
- Herrn Manfred Weidemann, Quality Office, Eggenstein.

Frankfurt, im Juli 2015

Udo Hansen

Einleitung

Aufgaben des Prüfmittelmanagements

Ein modernes Prüfmittelmanagement ist heute an verschiedene Funktionen des Qualitätsmanagements angebunden. Waren früher die Verwaltung, Überwachung und Kalibrierung der Prüfmittel das zentrale Thema der Prüfmittelüberwachung, ist heute der Funktionsbereich Metrologie bereits in der Entwicklungsphase gefragt, wenn Fertigungsprozesse und Prüfprozesse geplant werden. Genauigkeiten von Messeinrichtungen, erzielbare Messunsicherheiten von Prüfprozessen und die Feststellung deren Eignung gehören zum Verantwortungsbereich.

Ziel und Aufbau dieses Buches

Dieses Buch orientiert sich an den Forderungen der ISO 9001^{*} und spricht die Grundlagen aller Bereiche des Prüfmittelmanagements an. Es wendet sich an Leser, denen das Qualitätsmanagement nach der ISO 9001 und der darin beschriebene Prozessansatz nicht fremd sind, und möchte zum Verständnis der einzelnen Aufgaben und Arbeitsschritte beitragen. Es gibt zurzeit keine einheitliche Lösung für diese

Aufgabenstellung, die für den gesamten Bereich der Metrologie und der Messtechnik Geltung besitzt.

Das Buch soll Hinweise geben, wo weitergehende Informationen zu finden sind, um einzelne Fragestellungen vertiefen zu können. Über das Basiswissen zur Verwaltung, Überwachung und Kalibrierung von Prüfmitteln hinaus wird den Themen Messunsicherheit, Prüfprozesseignung und Messmittelfähigkeit viel Platz eingeräumt.

Bild 1.1 veranschaulicht die Agenda dieses Buches.

Normenforderungen an das Prüfmittelmanagement und deren fachgerechte Umsetzung sind Gegenstand von Teil I, dessen Kern die **Kapitel 2** und **3** mit der Darstellung von Vorgehensweisen zur Verwaltung und Überwachung von Prüfmitteln und Prüfprozessen bilden. Ausführliche Hinweise auf den aktuellen Normenhintergrund des Prüfmittelmanagements liefern vor allem die **Kapitel 1** und **4**.

Die ISO 9000 fordert „geeignete Prozesse“ zur Erfüllung von Kundenanforderungen und Erreichung von Qualitätszielen. Deshalb werden in dem Teil II dieses Buches „Standard-Methoden zur Messunsicherheitsanalyse, Messsystemanalyse und Prüfprozesseignung“ vorgestellt und erläutert.

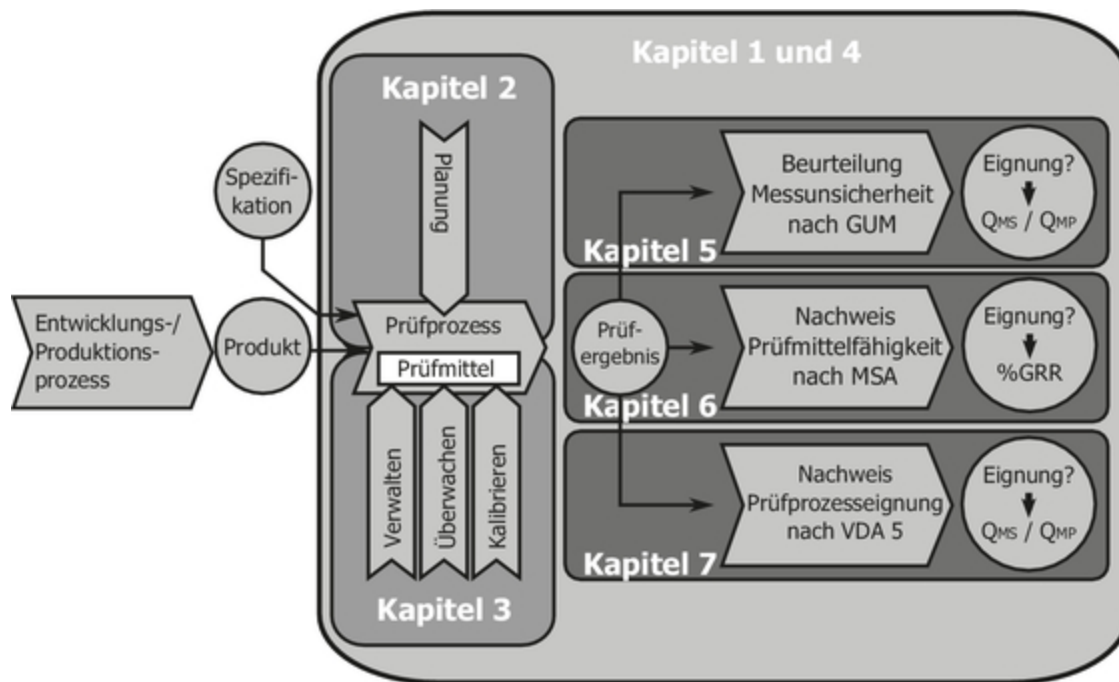


Bild 1.1 Kapitelübersicht

Fussnoten

- * Dieses Buch berücksichtigt alle Änderungen der Revision von 2015, die von der DGQ intensiv begleitet wurde. Korrekterweise wird hier aus den offiziell als „draft international standard“ herausgegebenen DIN EN ISO 9001 Entwurf:2014-08 und DIN EN ISO 9000 Entwurf:2014-08 zitiert, die zum Zeitpunkt der Drucklegung die aktuellste offiziell veröffentlichte Version waren.

Teil I Normenforderungen an das Prüfmittelmanagement und deren Umsetzung

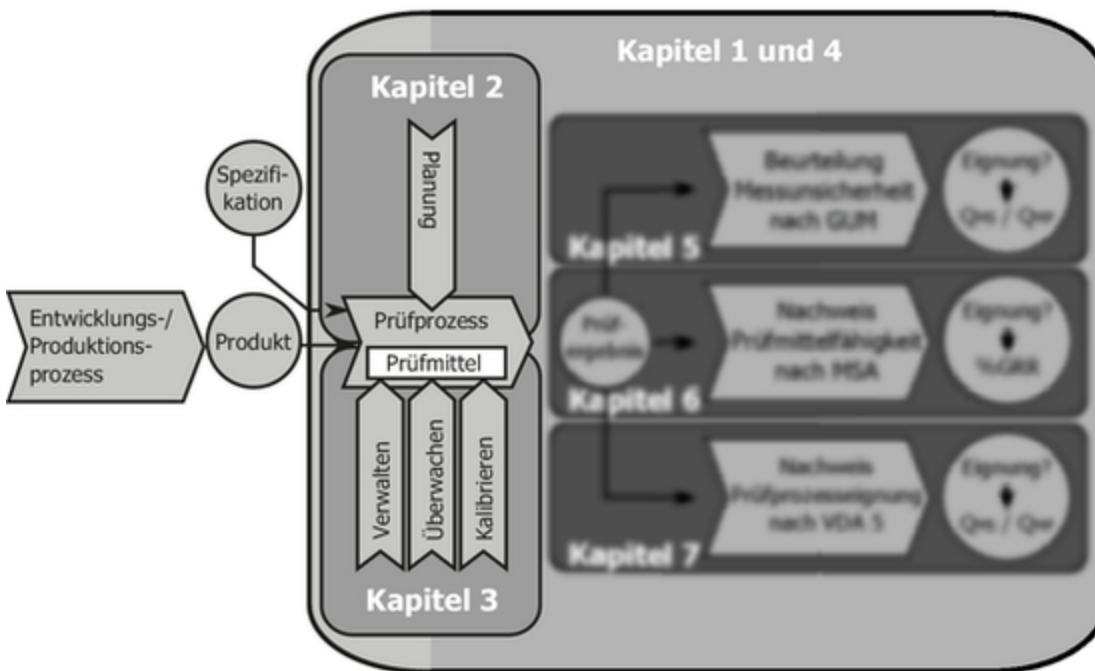


Bild I.1 Übersicht Teil I

Der Leitgedanke dieses Teils ist die Frage: *Wie muss ich meine Prüfmittel organisieren und Prüfprozesse steuern, damit diese den Normenforderungen entsprechen?*

Nach einer Einführung in die normativen und begrifflichen Grundlagen des Prüfmittelmanagements ([Kapitel 1](#)) wird zunächst die Umsetzung des Prozessansatzes der ISO 9001 bei der Entwicklung und bei der Planung von Prüfprozessen erläutert ([Kapitel 2](#)). Danach folgt eine Einführung in die Verwaltung und Überwachung von Prüf- und Messmitteln nach ISO 9001 ([Kapitel 3](#)). Teil I schließt mit einer Zusammenstellung von Normenforderungen, die eine zentrale Bedeutung für das Prüfmittelmanagement besitzen ([Kapitel 4](#)).

1 Grundlagen

1.1 Prüfmittelmanagement in der ISO 9000 und ISO 9001

Dieses Buch orientiert sich im Grundsatz an den Normen ISO 9000 und ISO 9001. Diese Normenreihe ist nach wie vor die Basis für angewandte Qualitätsmanagementsysteme. Inzwischen gibt es zwar für eine Reihe von Branchen Richtlinien, Anforderungen, Erweiterungen und Vertiefungen, die über die Anforderungen der ISO 9000 hinausgehen. Die Grundlage für all diese spezifischen Anforderungen bilden allerdings nach wie vor die ISO 9000 und die ISO 9001^{*}.

Die DIN EN ISO 9000 beschreibt die Grundlagen für Qualitätsmanagementsysteme und legt die Terminologie für Qualitätsmanagementsysteme fest. Sie hat weiterhin die Absicht, die Übernahme des prozessorientierten Ansatzes zum Leiten und Lenken einer Organisation anzuregen. Prüf-, Mess- und Überwachungsprozesse sind in diesen prozessorientierten Ansatz einzubeziehen.

In der ISO 9000 wird unter 3.5.7 der Begriff **Messmanagementsystem** verwendet:



MESSMANAGEMENTSYSTEM (DEFINITION NACH ISO 9000)

„Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehenden Elementen, der zur Erzielung der metrologischen Bestätigung (3.5.6) und zur ständigen Überwachung von Messprozessen (3.11.5) erforderlich ist.“

Metrologie

Metrologie ist die Lehre von Maßen und Maßsystemen (Wissenschaft vom Messen und ihre Anwendung).

Die ISO 9001 beschreibt die Anforderungen an ein Qualitätsmanagementsystem. Dazu muss die Organisation bereits in der Planung der Produktrealisierung die erforderlichen produktspezifischen Verifizierungs-, Validierungs-, Überwachungs-, Mess- und Prüftätigkeiten sowie die Produktannahmekriterien festlegen. Das bedeutet:

- In der *Entwicklungsphase* müssen Annahmekriterien für das Produkt und die Merkmale festgelegt werden, die für den Gebrauch wesentlich sind.
- Bei der *Beschaffung* müssen Art und Umfang der auf den Lieferanten und das beschaffte Produkt angewandten Überwachung vom Einfluss des beschafften Produkts auf die nachfolgende Produktrealisierung oder auf das Endprodukt abhängen.