

Peter Jäger

Messmittelmanagement und Kalibrierung

Edition 2020

Ratgeber zum Thema Kalibrierung und Leitfaden für das Messmittelmanagement.

Grundlagen der Kalibrierung

Ein Leitfaden zum Aufbau und Betrieb
einer effektiven Überwachung
von Mess- und Prüfgeräten

Ratgeber für die Vorbereitung
und Einplanung von Kalibrierungen.

Neuausgabe 2020

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Gliederung dieses Buches

Ziel dieses Buches

Definitionen

Teil I - Grundlagen, Begriffe und Bezüge

Einleitung: Messtechnik im Alltag

Metrologie - grundsätzliche Kategorisierung

Gesetzliches Messwesen

Wissenschaftliche Metrologie

Industrielle Metrologie

Das internationale Einheitensystem SI

Definierende Naturkonstanten

SI-Einheiten

Metrologische Staatsinstitute

Akkreditierung

DKD

DAkkS

Kalibrierlaboratorium mit Akkreditierung

Prozessorientiertes Messmittelmanagement

Normative Grundlagen

ISO DIN EN ISO 9001:2015

IATF 16949

DIN ISO/IEC 17025:2018
DIN ISO/IEC 10012:2004-03

Eichung

Kalibrierung

Profil eines Messgerätes - Wertschöpfung
Austausch eines Messgerätes aus Kostengründen
Veränderung durch Nutzung
Kalibrierung: Labor, „on-site“ oder „in-situ“

Rückführbarkeit

Dokumentation
Messunsicherheit
Kalibrierhierarchie

Messunsicherheit

Systematische Abweichungen
Zufällige Abweichungen
Messunsicherheit oder Toleranzangabe

Ergebnisse einer Kalibrierung

Kalibrierschein
Intervallangabe in einem Kalibrierschein
Die Konformitätsaussage
Entscheidungsregel - was steckt dahinter?
Muss ein Gerät „konform“ sein?

Teil II - Aufbau eines Messmittelmanagements

Schritt 1: Grundsatzverzeichnis Mess- und Prüfgeräte

Schritt 2: Datenblatt

Schritt 3: Einteilung von Mess- und Prüfgeräten

Schritt 4: Erfassung aller Mess- und Prüfgeräte

Schritt 5: Kalibriermarke / Kalibriersticker

Schritt 6: Regeln für den Umgang mit Mess- und Prüfgeräten

Schritt 7: Bestimmung und Anpassung von Kalibrierintervallen

Anpassung von Intervallen

Auswertung von Kalibrierergebnissen:

Keine Intervallverlängerung

Intervallvorgaben im Kalibrierschein

Angabe des Rekalibrierungszeitpunkts

Beginn eines Kalibrierintervalls

Unterbrechung der Nutzung

Allgemeines zu Kalibrierungen und Kalibrierintervallen

Schritt 8: Kalibrierübersicht der vorhandenen Mess- und Prüfgeräte

Schritt 9: Kalibrierscheine

Schritt 10: Kalibrierung der Mess- und Prüfgeräte

Planung der Kalibrierungen

Werks- oder DAkkS-Kalibrierung

Messkette oder Einzelgeräte

Ausfall eines Messgeräts / Reparaturen

Auswahl des Kalibrierlabors

Qualität der Kalibrierung

Nach der Kalibrierung

Teil III - Tipps und Hinweise

Medium

Mess- und Prüfgeräte und Prüfung auf elektrische Sicherheit

- DGUV Vorschrift 3 - Rechtsgrundlage
- Gesetzliche Grundlagen
- Grundsätze der DGUV Vorschrift 3
- DGUV Vorschrift 3- Prüfungen im eigenen Betrieb
- Kennzeichnung und Dokumentation
- Empfehlung zur Umsetzung
- Durchführung von Prüfungen
- Prüfschritte
- Elektrofachkraft
- Definition Fachliche Ausbildung auf dem Gebiet der Elektrotechnik

Maschinenfähigkeitsuntersuchung MFU

Messmittelfähigkeitsanalyse

- Verfahren 1 (engl. type-1 study)
- Verfahren 2 (engl. type-2 study, Gauge R&R study)
- Verfahren 3 (engl. type-3 study, R&R study)

Messmittelmanagement in SAP R3

- Was ist SAP
- SAP und Mess- und Prüfgeräte
- Materialstamm
- Equipment
- Vorlage
- Meldung
- Rollen- und Berechtigungen
- Materialfluss

Bewertung

Literaturverzeichnis

Vorwort

Die Qualität jeglicher Produkte ist von der Einhaltung festgelegter Leistungsdaten abhängig. Beim heutigen Stand der Hochtechnisierung ist die ständige Kontrolle und Überwachung dieser Leistungsdaten unumgänglich und erfolgt mit Hilfe von Mess- und Prüfgeräten.

Mess- und Prüfgeräte sind allgegenwärtig. Ob Anzeigen in Schalttafeln, eingebaute Sensoren in komplexen Systemen oder ein klassisches Multimeter auf der Werkbank – überall werden sie zur Messung und Überwachung eingesetzt.

Dabei reicht die Bandbreite von einfachen Messgeräten wie Lineal oder Messschieber bis hin zu hochkomplexen Geräten wie Spektrum-Analysatoren, Frequenznormalen oder auch systembezogenen Mess- und Prüfeinrichtungen.

Während Messgeräte im Alltag fast achtlos und als selbstverständlich wahrgenommen werden, erfordert im kommerziellen Einsatz die Vielfalt und Allgegenwärtigkeit von Mess- und Prüfgeräten die besondere Aufmerksamkeit des Gerätehalters. So

- muss das richtige Gerät für die richtige Aufgabe eingesetzt werden
- muss dies durch eine Betrachtung der erzielbaren Messunsicherheit belegt werden können
- müssen alle Mess- und Prüfgeräte eines Betriebs überwacht werden
- müssen Mess- und Prüfgeräte einer regelmäßigen oder anwendungsbezogenen Kalibrierung unterzogen werden.

Diese Schrift soll eine Richtlinie und Ratgeber für den sachgemäßen und zielgerichteten Umgang mit Messgeräten in einem Betrieb sein. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um einen Handwerksbetrieb oder einen großen Konzern mit mehreren Einzelstandorten handelt.

Dieses Buch soll beim Management der Messmittel helfen und Ratgeber für viele im Alltag auftretende Fragen rund um Mess- und Prüfgeräte - auch vor und nach einer Kalibrierung - sein.

Auf eine zu starke Vertiefung auf wissenschaftlichem Niveau wurde bewusst verzichtet um ein breitbandiges und „alltagstaugliches“ Werkzeug zur Verfügung stellen zu können.

Es werden aber die Umsetzung von Forderungen der DIN ISO9000- Serie sowie der EN ISO 17025 als Basis berücksichtigt und damit Grundlagen für ein prozessorientiertes und zertifizierungstaugliches Messmittelmanagement gegeben.

Die Ausgabe 2020 wurde auf den neuesten Normenstand hin aktualisiert; auch wurde Bezug auf den für die Automobilindustrie verbindlichen Standard IATF 16949 genommen.

Gliederung dieses Buches

Dieses Buch ist in drei Bereiche gegliedert:

- Teil I:
Grundlagen, Begriffe und Bezüge
- Teil II:
Aufbau eines Messmittelmanagements
- Teil III:
Tipps und Hinweise

In Teil I sind alle wichtigen normativen Bezüge und Bezugsstellen in einschlägigen metrologischen Schriften enthalten – ebenso wie Definitionen. In diesem Teil sollen die im Alltag häufig auftretenden „wo steht denn das?“ Fragen beantwortet oder zumindest ein Hinweis auf vertiefende Literatur gegeben werden.

Teil II enthält einen zehnstufigen Konzeptvorschlag für ein ganzheitliches Messmittelmanagement. Dieser Teil stellt Werkzeuge für eine effektive Überwachung vor und soll auf Audits vorbereiten.

Der Konzeptvorschlag muss nicht vollständig umgesetzt werden – für ein ganzheitliches Messmittelmanagement wird aber die Umsetzung aller Schritte empfohlen.

Teil III beinhaltet ergänzende Informationen zum Thema Messmittelmanagement. So ist z.B. die Überprüfung von Messgeräten auf elektrische Sicherheit kein primäres metrologisches Thema, muss in der Praxis jedoch berücksichtigt werden. Weitere Randthemengebiete runden dieses Kapitel ab.

Ziel dieses Buches

Dieses Buch soll einen kompakten Einblick in die Welt der Kalibrierung und des Messmittelmanagements geben. Es soll die wichtigsten Normen und die Bezugsstellen führen, ohne dass der Leser sich diese Normen beschaffen, lesen und verstehen muss.

Die Idee zu diesem Buch entstand aus zahllosen Anfragen – telefonisch, persönlich oder per E-Mail über viele Jahre von Menschen, die sich mit dem Thema konfrontiert sahen und Unterstützung suchten.

Wiederkehrende Fragen um das Thema Messmittelmanagement und Kalibrierung wie „warum muss man...“, „wo steht denn...“, „kann ich auch ...“ sollen in diesem Buch kompakt beantwortet werden. Dabei wurde es als wichtig angesehen, eng an den normativen Bezügen zu arbeiten und die erforderlichen Verweise dorthin zu geben.

Definitionen

Alle allgemeinen Definitionen sind entnommen aus:

*Burghart Brinkmann
Internationales Wörterbuch der Metrologie
Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete
Benennungen (VIM)
Deutsch-englische Fassung
ISO/IEC-Leitfaden 99:2007
Korrigierte Fassung 2012*

Dieses Werk ist in diesem Buch Referenz für alle metrologischen Begriffe.

Teil I - Grundlagen, Begriffe und Bezüge

Einleitung: Messtechnik im Alltag

Sicherung der Produktqualität ist für jedes Unternehmen von immer größerer Bedeutung, besonders im Hinblick auf die Notwendigkeit, seine wirtschaftliche Stellung auf dem Markt zu halten oder zu festigen.

Hohe Qualitätsanforderungen an ein Produkt bedeuten heutzutage zwingend, dass ein angemessenes Qualitätsmanagementsystem vorhanden sein muss (Stichwort "Produkthaftung").

Diese Erkenntnisse sind nicht neu -die moderne Technologie und die Möglichkeiten sowohl in der mechanischen Fertigung als auch die Möglichkeiten der elektronischen Messdatenerfassung und -verwertung haben frühere Fertigungsverfahren abgelöst. Ein „passt schon“ oder einen „Daumenwert“ gibt es nicht mehr.

Der Zwang zu wirtschaftlichem Handeln und die moderne Fertigungstechnologie führen dazu, Abläufe zu prozessualisieren.

In Bezug auf die Kernfaktoren unterscheiden sich Geschäftsprozesse und technische oder Fertigungsprozesse kaum. Um Unschärfen zu reduzieren, soll festgestellt werden, dass sich die weiteren Betrachtungen und Ausführungen in Abgrenzung zu Dienstleistungen ausschließlich auf technische Prozesse beziehen.

Prozesse sind schwerpunktmäßig durch folgende Merkmale charakterisierbar:

- wertschöpfungsorientiert
- messbarer Input
- messbarer Output
- Steuerungsgrößen

Um ein gutes (= wertschöpfendes) Prozessergebnis erzielen zu können, ist eine ständige Überwachung des Prozesses und daraus folgernd eine Steuerung erforderlich.

Allein an den Begriffen kann ein direkter messtechnischer Bezug abgeleitet und erkannt werden. Schon aus diesem Grund muss der Messtechnik ein besonderer Stellenwert zugeordnet werden.

Erstaunlicherweise findet man aber in vielen Betrieben die Funktion des Qualitätsbeauftragten oder Qualitätsmanagementbeauftragten – der im ganzheitlichen Qualitätsmanagement letztendlich auch für eine Messmittelüberwachung zuständig ist – häufig durch kaufmännisches Personal besetzt.

Messgeräte sind aber nicht „einfach da“ oder – die Aufgabe „Messmittelmanagement“ ist nicht das Verwalten der Geräte: der zielgerichtete und sachgerechte Einsatz hat unmittelbaren Einfluss auf die erzielten (Mess-) Ergebnisse.

Diese Messergebnisse können nur als Teil einer Wertschöpfungskette dienen, wenn die Messgeräte selbst einer qualitativen Überwachung unterliegen und auch für die betreffende Messaufgabe geeignet sind.

Metrologie - grundsätzliche Kategorisierung

Messungen sind so sehr Teil unseres täglichen Lebens geworden, dass sie oft kaum wahrgenommen oder als gegeben hingenommen werden: Einige wenige Beispiele:

- Der Geschwindigkeitsmesser im Auto
- Uhren überall
- Die morgendliche Wägung des Gewichts
- Untersuchungen beim Arzt (z.B. Blutdruck)
- GPS-System zur Navigation im Auto
- Verbrauch von Strom, Gas und Wasser
- Kauf von Fleisch, Fisch, Obst und Gemüse nach Gewicht,
- Auftanken von Kraftfahrzeugen
- Fahrzeugüberprüfungen bei der Haupt- oder Abgasuntersuchung
- Reifenluftdruckprüfung an der Tankstelle
- Sehstärkenbestimmungen beim Optiker

Es werden immer genaue Ergebnisse erwartet – schließlich will niemand für Ware bezahlen, die er gar nicht erhalten hat. Auch hinsichtlich der eigenen Sicherheit besteht eine große Erwartungshaltung an die Messtechnik – ob der „genau“ eingestellte Luftdruck an den Fahrzeugreifen oder die berechnete Erwartung, in ein perfekt gewartetes Flugzeug zu steigen – auf perfekt funktionierende Technik wird sich verlassen.

Messtechnik wird – ganzheitlich betrachtet – als Metrologie bezeichnet. Die Metrologie ist die Lehre von den Maßen und den Maßsystemen. In der 3. Ausgabe des VIM von 2007 wird

Metrologie als „Wissenschaft vom Messen und ihre Anwendung“ definiert.

Um den oben beschriebenen Erwartungen und Forderungen zu genügen, kann der große Bereich der Metrologie in drei grundsätzliche Kategorien eingeteilt werden:

- gesetzliches Messwesen
- wissenschaftliche Metrologie
- Industrielle Metrologie

Gesetzliches Messwesen

Die grundlegenden Aufgaben und Ziele des gesetzlichen Messwesens sind im Eichgesetz verankert, das auch die in Deutschland geltenden europäischen Anforderungen enthält. Zweck dieses Gesetzes ist es, den Verbraucher beim Erwerb messbarer Güter und Dienstleistungen zu schützen und im Interesse eines lautereren Handelsverkehrs die Voraussetzungen für richtiges Messen im geschäftlichen Verkehr zu schaffen, die Messsicherheit im Gesundheitsschutz, Arbeitsschutz und Umweltschutz sowie in ähnlichen Bereichen des öffentlichen Interesses zu gewährleisten und das Vertrauen in amtliche Messungen zu stärken.

In der "Organisation Internationale de Métrologie Légale" (OIML) arbeiten die Vertreter von knapp 100 Staaten an einheitlichen Bau- und Prüfvorschriften für alle Messgeräte. Im Zertifizierungssystem der OIML bescheinigen die von den Mitgliedsstaaten herausgegebenen Zertifikate, dass eine bestimmte Messgerätebauart mit den Empfehlungen der OIML übereinstimmt. So kann eine in einem Lande geprüfte und zugelassene Bauart in einem anderen ohne Wiederholung der Prüfung zugelassen werden.

In Deutschland gibt es als nationale Gruppe die Arbeitsgemeinschaft Mess- und Eichwesen (AGME).

Sie ist das Koordinierungsorgan der Eichaufsichtsbehörden. Ihr gehören die Leiter der Eichaufsichtsbehörden der Länder und als Gast ein Vertreter der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) an. Der Vorsitz wechselt alle 2 Jahre.

Um für die Verbände der Wirtschaft und die Partner in den anderen Mitgliedstaaten einen sich nicht alle 2 Jahre

ändernden Ansprechpartner zu schaffen, ist eine Geschäftsstelle eingerichtet worden.

Die Arbeitsgemeinschaft setzt die in den nationalen Gremien gefassten Beschlüsse für den Vollzug durch die Eichämter und die staatlich anerkannten Prüfstellen um. Die für einen einheitlichen Vollzug in der Praxis relevanten technischen, organisatorischen und rechtlichen Fragen werden abgestimmt. Einzelheiten können der Geschäftsordnung der AGME entnommen werden.

Wissenschaftliche Metrologie

Die wissenschaftliche Metrologie ist kein auf Universitäten oder Forschungseinrichtungen zu reduzierendes Fachgebiet.

Allgemein bekannt ist, dass die Physikalisch-Technische Bundesanstalt mit Hauptsitz in Braunschweig der „Wächter“ für die nationalen Normale der Bundesrepublik Deutschland ist. Was genau dort geleistet wird, ist weniger bekannt – dabei haben die Ergebnisse der wissenschaftlichen Metrologie direkten – wenn auch vielleicht zeitverzögerten – Einfluss auf Messtechnik im Alltag.

Die drei hauptsächlichsten Entwicklungs- und Tätigkeitsfelder sind:

1. Definition von international akzeptierten und anerkannten Einheiten – zum Beispiel dem Kilogramm
2. Der Aufbau und Erhalt einer nationalen und internationalen Rückführbarkeit jeder physikalischen Messgröße und Anschlussmöglichkeit vom einfachen Messmittel über Transfer-, und Gebrauchsnormale bis hin zum nationalen Normal.
3. Die Realisierung der Darstellung der einzelnen Parameter durch stabile, weltweit wiederholbare Techniken (siehe hierzu auch „das internationale Einheitensystem SI“)

Beispielsweise galt lange Zeit als internationale Temperaturreferenz die IPTS68; eine (wissenschaftliche) Definition der Temperaturskala. Im Jahr 1990 wurde – von der Öffentlichkeit weitestgehend unbemerkt, aber in den Folgejahren konsequent umgesetzt – mit der ITS90 eine neue Temperaturreferenz in Kraft gesetzt. Alle geeichten und kalibrierten Temperaturmessgeräte – auch z.B. das

Fieberthermometer für knappe 5 Euro aus der Apotheke - sind heute auf Basis dieser technischen Grundlage geeicht oder kalibriert worden.

Industrielle Metrologie

Industrielle Metrologie oder Messtechnik ist die Messtechnik, die jeden Tag in Entwicklung und Produktion eingesetzt wird und die maßgeblich für die Qualität von Alltagsprodukten, aber auch für die Sicherheit in vielen Bereichen des täglichen Lebens verantwortlich ist.

In der industriellen Metrologie ist zwischen der consumer-Technik und der professionellen industriellen Messtechnik zu unterscheiden.

In der industriellen Messtechnik gibt es eine sehr vielschichtige Messgerätelandschaft:

Im einfachen Fall hat ein Handwerksbetrieb eine Anzahl von Mess- und Prüfgeräten im Einsatz, mit denen Servicearbeiten durchgeführt werden. Beispiele: ein Betrieb für Radio- oder Fernsehreparaturen hat Multimeter, Oszilloskope oder Analysatoren in Nutzung; eine Autoreparaturwerkstatt hat Multimetern; einen Bremsenprüfstand oder Drehmomentschlüssel.

In fertigen Betrieben wie zum Beispiel der Automobilindustrie werden zahlreiche systemische oder auch allgemeine, handelsübliche Messgeräte und -systeme kontinuierlich eingesetzt.

In der Automobilindustrie gibt es eine ganze Reihe von messtechnischen Schwerpunkten: z.B. die Schraubtechnik, dimensionelle Messtechnik, Einpresstechnik und den großen Bereich der elektronischen Messtechnik.

Elektronik ist in einem modernen Kraftfahrzeug überall zu finden. Eine unüberschaubare Vielfalt von Messgeräten und Systemanalysatoren stehen den Herstellern zur Verfügung.

Aber auch in der Verschraubungstechnik gibt es allgegenwärtige Prüf- und Messsysteme: praktisch jede