

Basiswissen Kalibriermanagement

Danica Schwarzkopf • WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, Klingenberg

Korrespondenz: Danica Schwarzkopf, WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, Alexander-Wiegand-Straße 30, 63911 Klingenberg

Zusammenfassung

Jedes Messgerät altert aufgrund von mechanischen, chemischen oder thermischen Belastungen und liefert deshalb im Laufe der Zeit sich verändernde Messwerte. Dies kann zwar nicht verhindert, aber durch Kalibrierung rechtzeitig erkannt werden. Bei der Kalibrierung wird die Anzeige des Messgeräts mit dem Messergebnis eines anderen Messmittels verglichen. Dessen korrekte und genaue Funktion ist bekannt und seinerseits direkt oder indirekt mit einem Referenzgerät in Übereinstimmung gebracht. Warum eine Kalibrierung immer wichtiger wird, soll folgender Artikel erläutern.

Einführung

Definition der Begrifflichkeiten

Kalibrieren in der Messtechnik bedeutet, die Messabweichungen am vollständigen Messgerät festzustellen. Beim Kalibrieren erfolgt kein technischer Eingriff am Messgerät wie z. B. Nullpunktgleich, Spanne und Linearität einstellen. Bei anzeigenden Messgeräten wird durch das Kalibrieren die Messabweichung zwischen Anzeige und dem als richtig geltenden Wert der Messgröße festgestellt. Bei Maßverkörperungen, z. B. Massen, wird die Messabweichung zwischen der Aufschrift und dem richtigen Wert bestimmt. Bei Messketten stellt man die Messabweichung zwischen dem Wert des Ausgangssignales und dem Wert, den dieses Signal bei idealem Übertragungsverhalten und vorgegebenem Eingangswert haben müsste, fest.

Justieren bedeutet, ein Messgerät so einzustellen oder abzugleichen, dass die Messabweichungen möglichst klein werden oder dass die Beträge der Messabweichungen die Fehlergrenzen nicht überschreiten. Das Justieren erfordert also einen Eingriff, der das Messgerät oder die Maßverkörperung

meistens bleibend verändert, z. B. den Zeiger neu zu positionieren oder ein neues Zifferblatt aufbringen.

Das **Eichen** eines Messgerätes umfasst die von der zuständigen Eichbehörde nach den Eichvorschriften vorzunehmenden Prüfungen und die Stempelung. Durch die Prüfung wird festgestellt, ob das vorgelegte Messgerät den Eichvorschriften entspricht, d. h. ob es den an seine Beschaffenheit und seine messtechnischen Eigenschaften zu stellenden Anforderungen genügt, insbesondere ob die Messabweichungen die Fehlergrenzen nicht überschreiten. Durch die Stempelung wird beurkundet, dass das Messgerät zum Zeitpunkt der Prüfung diesen Anforderungen genügt hat und dass aufgrund seiner Beschaffenheit zu erwarten ist, dass es bei einer Handhabung entsprechend den Regeln der Technik innerhalb der Nacheichfrist in dem angegebenen Toleranzbereich bleibt. Welche Messgeräte der Eichpflicht unterliegen und welche davon befreit sind, ist gesetzlich geregelt. Das Eichen soll nur in diesem Sinne verwendet werden und nicht – wie vielfach üblich – für Justieren und Kalibrieren.

Gültigkeitsdauer

Anders als bei einer Eichung, die nach gesetzlich vorgegebener Zeitspanne ihre Gültigkeit verliert, folgt die Gültigkeitsdauer einer Kalibrierung eher praktischen Vorgaben wie Herstellerangaben, Forderungen einer Qualitätssicherungsnorm oder firmeninternen und kundenspezifischen Regelungen. Eine wichtige Rolle spielt hierbei die Risikobetrachtung des Nutzers. Kalibriert werden muss auch dann, wenn das Messgerät bei der Herstellung von Produkten eingesetzt wird, die staatlicher Überwachung unterliegen, wie z. B. Medikamenten oder Nahrungsmitteln.

Bedeutung

Im Rahmen einer Befragung von 100 Führungskräften internationaler Unternehmen ermittelte das Marktforschungsunternehmen Nielsen Research Company im Jahr 2008, dass produzierende Unternehmen aufgrund fehlerhafter Kalibrierungen durchschnittlich über 1,7 Millionen Dollar pro Jahr verlieren, Firmen mit mehr als einer Milliarde Dollar Umsatz sogar 4 Millionen Dollar. Im Zusammenhang mit notwendigen

Optimierungen von Herstellprozessen gewinnt die Kalibrierung zunehmend an Bedeutung. Eine Erhöhung der Messgenauigkeit kann zu Rohstoffeinsparungen und weniger Schadstoffemissionen führen, etwa wenn bei einer chemischen Reaktion die exakt richtige Menge an Sauerstoff zugeführt wird. Die Kalibrierung von Messgeräten kann sicherheitsrelevant sein. Liefern Druck- oder Temperatursensoren in der chemischen Industrie nicht die korrekten Werte, besteht aufgrund falscher Steuerung chemischer Prozesse unter Umständen sogar Explosionsgefahr. Die Bedeutung der Kalibrierung zeigt sich auch an alltäglichen Beispielen, etwa an Zählern für den Gas- oder Wasserverbrauch im Haushalt und an Benzinuhren an Zapfsäulen.

Rückführung und Kalibrierhierarchie

Um Messergebnisse vergleichen zu können, müssen sie sich über eine Kette von Vergleichsmessungen auf ein nationales oder internationales Normal „rückführen“ lassen. Die Anzeige des eingesetzten Messgeräts oder eine Maßverkörperung wird dazu in einer oder mehreren Stufen mit diesem Normal verglichen. Auf jeder dieser Stufen erfolgt eine Kalibrierung mit einem Normal, das zuvor mit einem höherwertigen Normal kalibriert wurde. Entsprechend der Rangfolge der Normale – von Gebrauchs- oder Werksnormalen über Bezugsnormale bis hin zum nationalen Normal – gibt es eine Kalibrierhierarchie der durchführenden Stellen. Diese reicht vom innerbetrieblichen Kalibrierlabor über akkreditierte Kalibrierlaboratorien bis hin zum nationalen metrologischen Institut (Abb. 1).

Rückführung in der Praxis

Der *Deutsche Kalibrierdienst* (DKD) nennt als wesentliche Elemente der Rückführung:

- Die Vergleichskette darf nicht unterbrochen sein.

- Bei jedem Schritt in der Kalibrierkette muss die Messunsicherheit bekannt sein, sodass eine Gesamt-messunsicherheit berechnet werden kann. In der Regel sollte ein vorrangiges Messgerät eine dreibis viermal so hohe Messgenauigkeit besitzen wie das Gerät, das mit seiner Hilfe kalibriert wird.
- Jeder Schritt der Kalibrierungskette muss dokumentiert werden, ebenso das Ergebnis.
- Alle Stellen, die einen Schritt in dieser Kette durchführen, müssen etwa durch eine Akkreditierung ihre Kompetenz nachweisen.
- Kalibrierungen müssen, je nach geforderter Messgenauigkeit und technischen Anforderungen, in angemessenen Zeiträumen wiederholt werden.

Akkreditierte Kalibrierlaboratorien

Akkreditierte Kalibrierlaboratorien übernehmen oft als externe Dienstleister die Kalibrierung für Unternehmen, die nicht selbst über die notwendige Ausrüstung verfügen. Sie können aber auch selbst Teil eines Unternehmens sein und in diesem alle Messgeräte kalibrieren. Dazu verfügen sie über eigene Werks- oder Gebrauchsnormale, die in angemessenen Zeitabständen mithilfe der Bezugsnormale des zuständigen metrologischen Staatsinstituts oder anderer akkreditierter Laboratorien mit kleinstmöglicher Messunsicherheit kalibriert werden.

Koordination durch die EA

Damit überall ein gleiches Niveau bei Kalibrierungen herrscht, müssen die durchführenden Laboratorien nach

international anerkannten Regeln (DIN EN ISO IEC 17025) akkreditiert werden. Innerhalb der EU wird dies von der *Europäischen Kooperation für Akkreditierung* (European co-operation for Accreditation, kurz EA) koordiniert. In den Mitgliedsländern können Kalibrierlaboratorien bei den für sie zuständigen staatlichen Stellen ein Zertifikat erlangen, das belegt, dass sie nach diesen Vorschriften arbeiten. In Deutschland ist dafür die *Deutsche Akkreditierungsstelle* (DAkKS) zuständig, die diese Aufgabe mit Wirkung vom 17.12.2009 vom DKD übernommen hat. Als Fachgremium der PTB und Zusammenschluss von Kalibrierlaboratorien in Industrieunternehmen, Prüfinstitutionen und technischen Behörden betreibt der DKD heute ausschließlich fachliche Basisarbeit wie die Entwicklung von Normen und Richtlinien. Die DAkKS führt alle fünf Jahre eine vollständige Begutachtung jedes akkreditierten Kalibrierlaboratoriums und alle 18 Monate Überwachungsbesuche durch, um die Erfüllung der hohen Ansprüche an die Messprozesse sicherzustellen. Neben der beschriebenen Prozessüber-

wachung der Laboratorien gibt es auch Expertenkreise zur Sicherstellung der technischen Entwicklung sowie des Know-how-Transfers. Weil alle europäischen Stellen, die Kalibrierlaboratorien akkreditieren, in der EA zu-

sammenarbeiten, wurden die Arbeitsweisen der Laboratorien aneinander angepasst. Von einem beliebigen Kalibrierlaboratorium ausgestellte Kalibrierscheine werden deshalb auch in allen anderen europäischen Ländern anerkannt.



Abb. 1: Kalibrierhierarchie Deutschland
(Quelle aller Bilder: Wika Alexander Wiegand SE & Co. KG).

Nur für den privaten oder firmeninternen Gebrauch / For private or internal corporate use only

Innerbetriebliche Kalibrierung

Die Ausgestaltung eines innerbetrieblichen Kalibriersystems bleibt dem einzelnen Unternehmen überlassen, jedoch müssen alle Mess- und Prüfmittel mit eigenen Bezugsnormen, die wiederum auf das nationale Normal rückführbar sein müssen, kalibriert werden. Als Nachweise werden innerbetriebliche Kalibrierscheine ausgestellt.

Fachgerechte Kalibrierung

Für die fachgerechte Ausführung von Kalibrierungen gelten verschiedene Normen, Bestimmungen und Richtlinien. Damit ein Messinstrument überhaupt kalibriert werden kann, muss es gewisse Grundvoraussetzungen erfüllen. Auch die physikalischen Bedingungen, unter denen die Kalibrierung durchgeführt wird, müssen bekannt sein und berücksichtigt werden. Unter diesen Voraussetzungen ist es möglich, einen Kalibrierablauf zu wählen, der den gestellten Anforderungen gerecht wird.

Normen und Regelwerke

Im Wesentlichen greifen Vorschriften für die Kalibrierung von Messinstrumenten dann, wenn ein Unternehmen Produkte herstellt, deren Produktion gesetzlichen Bestimmungen unterliegt.

Normen zur Qualitätssicherung

Große Bedeutung haben Normen und Richtlinien zur Qualitätssicherung wie etwa die ISO-9000-Normenreihe, die in allen Industrienationen immer häufiger angewendet wird. In Kapitel 7.6 „Lenkung von Überwachungs- und Messmitteln“ der Norm ISO 9001:2008 „Qualitäts-

managementsysteme – Anforderungen“ wird gefordert, dass alle Prüfmittel kalibriert werden müssen, die direkten oder indirekten Einfluss auf die Qualität der Produkte haben. Dazu zählen z. B. Prüfmittel, die als Referenzen in Messräumen oder unmittelbar im Produktionsprozess eingesetzt werden. Die ISO-9000-Normen schreiben keine Gültigkeitsdauer der Kalibrierung vor, wohl aber, dass alle Prüfmittel erfasst und danach unterschieden

tifiziert sein wollen. Ganz anders ist das, wenn z. B. Medikamente, Kosmetika oder Lebensmittel hergestellt werden. Hier greifen oft gesetzliche Bestimmungen, deren Einhaltung von staatlichen Stellen überwacht wird. Aufgrund der internationalen Handelsbeziehungen sind weltweit die Regelwerke der amerikanischen Food and Drug Administration (FDA) von Bedeutung. So verlangt der *Code of Federal Regulation* (CFR) die Kalibrierung von Geräten, Apparaten, Messgeräten und Aufzeichnungsgeräten in geeigneten Intervallen in Übereinstimmung mit einem schriftlich erstellten Programm, das nach einer Risikobetrachtung erstellt wird. Die europäischen Gesetze fordern ein vergleichbares Vorgehen.

Kalibrierabläufe

In der Regel wird beim Einsatz eines Messgeräts dessen Messbereich nur zum Teil benutzt. Die Kalibrierpunkte sind dann so auszuwählen, dass sie im Arbeitsbereich des Prüfmittels liegen. Bei der Kalibrierung muss mindestens der obere und der untere

Prozesspunkt berücksichtigt werden. Um die Linearität der Anzeige zu überprüfen, wird mindestens an einem weiteren Kontrollpunkt gemessen, der zwischen diesen Extrempunkten liegt. Für den Vergleich der Messwerte von Messgerät und Bezugs- oder Gebrauchsnorm kann die Messgröße in vielen Fällen entweder nach der Anzeige des Prüflings oder nach der Anzeige des Normals eingestellt werden. In vielen Fällen ist die Anzahl der Messpunkte zur Kalibrierung eines Messgeräts nicht in einer Norm festgelegt. Dann ist eine enge Abstimmung zwischen dem Kalibrierlabor und dem Anwender erforderlich, um geeignete Prüfpunkte zu definieren.

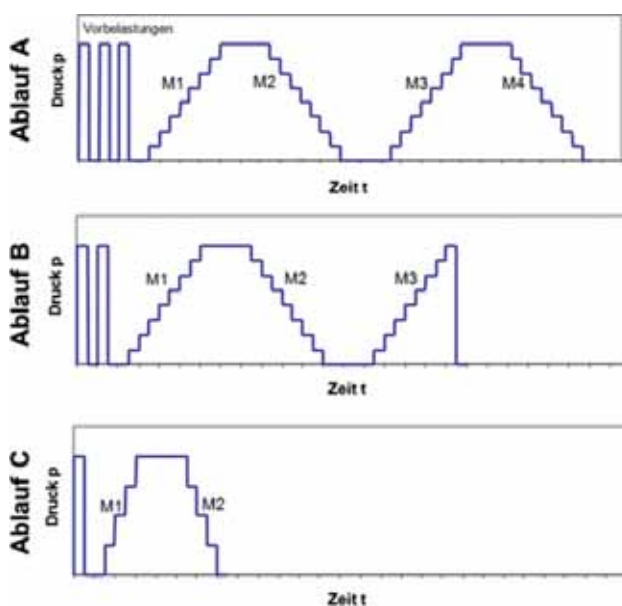


Abb. 2: Kalibrierabläufe Druck.

werden müssen, ob sie regelmäßig zu kalibrieren sind oder nicht. Es müssen Prüfpläne erstellt werden, in denen Umfang, Häufigkeit, Methode und Annahmekriterien festgelegt werden. Anhand von Plaketen auf den Messinstrumenten oder geeigneten Listen muss ersichtlich sein, wann jedes Prüfmittel erneut kalibriert werden muss. Unabdingbar ist eine Neukalibrierung, wenn ein Messinstrument während der Handhabung, Instandhaltung und Lagerung verstellt oder beschädigt wird.

Gesetzliche Bestimmungen

Normen und Richtlinien zur Qualitätssicherung müssen nur von Unternehmen eingehalten werden, die zer-

Kalibrierung von Druckmessgeräten

Die Kalibrierung von Druckmessgeräten ist sehr detailliert geregelt. In der Schrift DKD-R 6-1 des Deutschen Kalibrierdienstes werden drei Kalibrierabläufe für unterschiedliche Genauigkeitsklassen beschrieben. Der in Abb. 2 mit A bezeichnete Kalibrierablauf

für die Genauigkeitsklasse < 0,1 schreibt drei Belastungen bis zum Messbereichsendwert vor, die vor den eigentlichen

Messreihen zu erfolgen ha-

ben. Der maximale Druck wird mindestens 30 Sekunden lang gehalten und dann wieder vollständig abgebaut. Im Verlauf der ersten Messreihe werden neun gleichmäßig über den Messbereich verteilte Messpunkte durch allmähliche Druckerhöhung „von unten nach oben“ angefahren. Der Nullpunkt zählt als erster Messpunkt, wird aber bei der statistischen Auswertung nur mitberücksichtigt, wenn er frei ist, d. h., wenn die Bewegung des Zeigers nicht durch einen Anschlagsstift eingeschränkt ist. Der Druck muss so langsam erhöht werden, dass er den anvisierten Messpunkt nicht übersteigt, weil dies aufgrund der Hysterese zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen könnte. Gegebenenfalls muss der Druck wieder stark verringert werden, sodass der Messpunkt auf jeden Fall von unten erreicht wird. Der erreichte Wert wird nach mindestens 30 Sekunden Haltezeit abgelesen. Diese Haltezeit ist notwendig, weil der am Prüfling angezeigte Wert nicht unmittelbar angenommen, sondern erst nach einer gewissen Relaxationszeit erreicht wird. Bei Federmanometern sollte vor dem Ablesen leicht am Gehäuse geklopft werden, um Einflüsse der Reibung auf das Zeigerwerk zu minimieren. Auch am letzten Prüfpunkt wird der End-



Abb. 3: Referenzgerät CPC8000.

wert nach 30 Sekunden abgelesen und dokumentiert. Nach zwei Minuten bei konstantem Druck wird dieser Wert ein weiteres Mal abgelesen. Bei Federmanometern sollte der Maximaldruck sogar fünf Minuten gehalten werden. Bei piezoelektrischen Sensoren können die Haltezeiten hingegen verringert werden. Vom

Maximaldruck ausgehend werden in der zweiten Messreihe dieselben Messpunkte „von oben nach unten“ angefahren. Der Druck wird dazu so gesenkt, dass

der jeweils angepeilte Wert nicht unterschritten wird. Zum Schluss dieses ersten Messzyklus wird der Nullpunkt gemessen. Das Gerät verbleibt dazu zwei Minuten im drucklosen Zustand. Kalibrierablauf A sieht vor, dass der beschriebene Zyklus der stufenweisen Druckerhöhung und -verringering einmal wiederholt wird. Falls bei

Druckmessgeräten mit großem Messbereich oder offenkundiger, frontbündiger Membran Einspanneffekte zu beobachten sind, kann ein dritter Messzyklus durchgeführt werden, um eine Abhängigkeit

des Nullsignals vom Anzugsdrehmoment nachzuweisen – ein Effekt, der häufig bei kostengünstigen elektrischen Sensoren auftritt. Kalibrierablauf B, der für Druckmessgeräte der Genauigkeitsklassen 0,1 bis 0,6 eingesetzt wird, verlangt etwas weniger Aufwand: Es gibt nur zwei Vorbelastungen bis zum Maximalwert, und die dritte Messreihe endet be-

reits kurz nachdem der Druck den Maximalwert erreicht hat. Von dort wird sofort bis zum Nullwert abgelassen. Kalibrierablauf C kann bei Druckmessgeräten der Genauigkeitsklasse > 0,6 angewendet werden. Er verlangt nur eine Vorbelastung bis zum Maximalwert und nur eine Messreihe, die einschließlich des Nullwerts und des Maximalwerts aus fünf Messpunkten besteht und bei der der Druck stufenweise erhöht und anschließend wieder abgesenkt wird (Abb. 3).

Kalibrierung von Temperaturmessgeräten

Die Erzeugung einer genau definierter Temperatur ist weit aufwendiger als die Erzeugung eines bestimmten Drucks. Deshalb werden bei der Kalibrierung von Temperaturmessgeräten in der Regel keine so umfangreichen Messreihen durchgeführt. In vielen Fällen werden Thermometer nur an einem einzigen Fixpunkt kalibriert, wie z. B. dem Tripelpunkt des Wassers. Für das Justieren des Temperaturmessgeräts wird seine meist sehr gut bekannte Kennlinie so nach

oben oder unten verschoben, dass das Gerät am Fixpunkt den richtigen Wert zeigt. Messreihen sind dann praktikabel, wenn ein Temperaturmessgerät nicht an einem Fixpunkt, sondern durch Vergleich mit einem höherwertigen

Messgerät kalibriert werden soll. Dies ist in Tauchbädern oder Öfen möglich. Hat sich ein thermisches Gleichgewicht zwischen den Thermometern und der Badflüssigkeit eingestellt, so vergleicht man die Anzeige der Prüflinge mit der des Normalthermometers. Obwohl die meisten Normal-Widerstandsthermometer bis 660 °C verwendet wer-



Abb. 4: Temperatur-Blockkalibrator CTD9100-165.

Nur für den privaten oder firmeninternen Gebrauch / For private or internal corporate use only

den können, setzen viele DAkKS Laboratorien insbesondere zur Kalibrierung von Thermoelementen oberhalb 500 °C Platinrhodium-Platin Thermoelemente (Typ S oder R nach DIN IEC 584-1) als Normalthermometer ein. Die Vergleichsmessungen finden hier meist im Rohofen mit einem an die Thermoelemente angepassten Ausgleichsblock statt. Vor Ort setzt man sogenannte Blockkalibratoren ein.

Bei der Durchführung einer solchen Messreihe ist darauf zu achten, dass:

- genügend Zeit vorhanden ist, dass der Prüfling die Temperatur des Referenzgeräts (Abb. 4) annehmen kann
 - die Umgebung eine räumlich und zeitlich homogene Temperaturverteilung liefert, sodass die Temperatur am Referenzgerät den gleichen Wert hat wie am Prüfling
 - eine ausreichende Eintauchtiefe von mindestens dem Zehnfachen des Fühlerrohrdurchmessers gegeben ist, damit eine Wärmeableitung in die Umgebung ausgeschlossen werden kann.
- Empfehlung zur Wahl der Prüfpunkte:
- Kalibrierbereich = Einsatzbereich beim Kunden ≠ möglicher Messbereich des Thermometers
 - Anzahl der Prüfpunkte ist dem Kunden überlassen
 - Empfehlung: Referenzthermometer 6 Prüfpunkte, Sonstige Thermometer 3 Prüfpunkte
 - Werte der Prüfpunkte werden meist linear über den Kalibrierbereich verteilt
 - Eine bestimmte Reihenfolge der Temperaturen muss beim Kalibrieren nicht eingehalten werden

Alexander Wiegand SE & Co. KG



akkreditiert durch die / accredited by the

Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

als Kalibrierlaboratorium im / as calibration laboratory in the



Deutschen Kalibrierdienst



Kalibrierschein
Calibration certificate

Kalibrierzeichen
Calibration mark

XXX
D-Nr.
25205-05-00
2012-02

Gegenstand Object	Digital indicator with temperature probe	Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführung auf nationale Normale zur Bestätigung der Einheit in Übereinstimmung mit dem internationalen Einheitsystem (SI). Die DAkKS ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine, für die Erteilung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich. This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The DAkKS is signatory to the multilateral agreements of the European co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates. The user is obliged to have the object recalibrated at appropriate intervals.
Hersteller Manufacturer	WIKAL	
Typ Type	CTH200	
Fabrikat/Serien-Nr. Serial number	2102V V44 0069 A	
Auftraggeber Customer		
Auftragsnummer Order No.		
Anzahl der Seiten des Kalibrierscheins Number of pages of the certificate	6	
Datum der Kalibrierung Date of calibration	10.02.2012	
Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen bedürfen der Genehmigung sowohl der Deutschen Akkreditierungsstelle als auch des ausstellenden Kalibrierlaboratoriums. Kalibrierscheine ohne Unterschrift haben keine Gültigkeit. This calibration certificate may not be reproduced when there is full except with the permission of both the German Accreditation Body and the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.		
Datum Date	Stelle (unter dem Kalibrierlaboratorium) As head of the calibration laboratory	
WIKAL Alexander Wiegand SE & Co. KG Kalibrier- und Servicecenter Alexandra-Wiegand-Str. 1 D-48691 Klagenfurt		Tel. 0049(0)4242 Fax 0049(0)4242 408 www.wikal.de mailto:info@wikal.de

Abb. 5: Deckblatt DAkKS Kalibrierschein.

Dokumentation

Der Kalibrierschein gibt die Ergebnisse der Kalibrierung wieder und dokumentiert die Rückführbarkeit der Kalibrierung auf nationale Normale zur Darstellung der physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI). Kalibrierscheine (Abb. 5), die von einem Labor der Deutschen Akkreditierungsstelle, DAkKS, erstellt werden, bestehen aus einem Deckblatt, auf dem allgemeine Angaben zum Kalibriergegenstand, zum Auftraggeber, zum ausführenden DKD/ DAkKS Labor sowie Aussagen über die internationale Anerkennung von DKD/ DAkKS Kalibrierscheinen im Rahmen der EA – Mitgliedsländer (EA – European Association for Accreditation) gemacht werden, die sich auf multilate-

rale Abkommen stützen. Auf den Folgeseiten wird die Kalibrierung dokumentiert. Dazu gehört eine kurze Beschreibung des Kalibriergegenstandes, des angewandten Kalibrierverfahrens mit Angabe der geltenden Richtlinien, der Messbedingungen wie z.B. verwendete Normale und Messeinrichtungen sowie der für die Kalibrierung relevanten Umgebungsbedingungen. Zu einer vollständigen Angabe der Messergebnisse gehören der Wert der Messgröße, der angezeigte Wert, die Messabweichung und die Gesamtmessunsicherheit. Ergänzend können Konformitätsaussagen getroffen werden, z.B. dass die Messabweichung innerhalb einer bestimmten Toleranzklasse bleibt. Nach der Kalibrierung wird der Kalibriergegenstand mit einer Kalibriermarke versehen, deren Kennzeichen auf allen

Seiten des Kalibrierscheins angegeben wird. Eine ausführliche Anleitung zum Erstellen eines Kalibrierscheins wird in der DKD/ DAkKS Schrift Nr. 5 gegeben.

Fazit

Die Bedeutung der Kalibrierung wird immer größer. Es steigen die Anforderungen der Anwender an die Messtechnik der Referenzgeräte. Die damit verbundene Weiterentwicklung erfolgt häufig auf Herausforderungen, die auf den ersten Blick gar nicht mit einer Kalibrierung in Verbindung gebracht werden. Der Anwender soll deshalb mit kompetenten Partnern zusammenarbeiten, welche ihm bei der Wahl des richtigen Referenzgerätes und der korrekten Kalibriermethode hilfreich zur Seite stehen.