

Kalibrierungen - Messgröße Temperatur

**Durch die DAkkS akkreditiert gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 für
Thermoelemente, Widerstandsthermometer, Anzeigegeräte, Messumformer**

Die Firma CENTROCAL GmbH ist eine Tochtergesellschaft der RÖSSEL-Messtechnik GmbH, einem namhaften Hersteller von qualitativ hochwertiger industrieller Temperaturesmesstechnik.

Im Leistungsumfang enthalten sind:

- Kalibrierungen von Temperatursensoren.
- Kalibrierungen von Messketten.
- Kalibrierungen von Temperatur-Simulatoren /
- Kalibrierungen von elektrischen Temperatur-Messgeräten
- Kalibrierungen vor Ort
- Druck- und Dichtigkeitsprüfungen (He-Leck-Test)

Unser Angebot umfasst weiterhin:

- Beratung, Seminare
- Reparatur-, Wartungs- und Kalibrierservice vor Ort
- Messmittelüberwachung
- Kalibrierungen nach AMS 2750 bzw. CQI-9

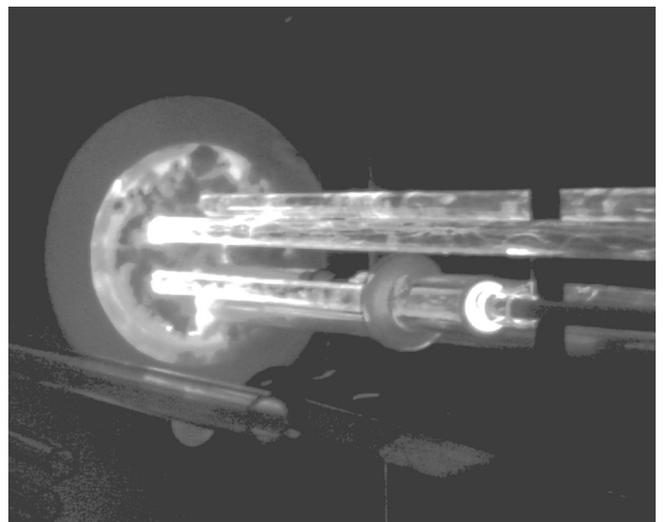
Auf den Seiten 2 und 3 dieser Druckschrift finden Sie den akkreditierten Leistungsumfang.

Träger einer akkreditierten Kalibrierstelle

CENTROCAL ist für die Messgröße „TEMPERATUR“ seit 1993 im Deutschen Kalibrierdienst (DKD) akkreditiert. Ab Januar 2010 ist der DKD in der Deutschen Akkreditierungsstelle DAkkS (Berlin, Braunschweig und Frankfurt) aufgegangen. Im August 2012 erfolgte die Reakkreditierung durch die DAkkS (Reg.-Nr.: D-K-17734-01-00).

CENTROCAL unterhält ein zertifiziertes QM-System gemäß DIN EN ISO/IEC 17025.

In dem modern ausgestatteten Prüf- und Kalibrierlabor werden exakte Analysen, umfassende Tests und konsequente Prüfungen durchgeführt und zertifiziert. Gleichzeitig schafft die intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit eine solide Basis für die Temperaturmessung der Zukunft.



Das Labor genügt höchsten Ansprüchen.

Zur Kalibrierung von Temperatursensoren stehen die folgende Einrichtungen zur Verfügung:

- ▲ Ölbäder von -50 °C bis 250 °C
- ▲ Feststoffbad von 100 °C bis 700 °C
- ▲ horizontale und vertikale Rohröfen bis 1500 °C
- ▲ definierende Fixpunkte der ITS 90-Skala:
Wassertripelpunkt 273,16 K / +0,01 °C
Metall - Erstarrungspunkte: Sn 231,928 °C,
Zn 419,527 °C, Al 660,323 °C, Ag 961,78 °C
- ▲ Siedepunkt Stickstoff 77,36 K / -195,8 °C
- ▲ Sublimationspunkt CO₂ 194,65 K / -78,5 °C
- ▲ Wärmerohre von 150 °C bis 1000 °C
- ▲ PC-gesteuerte automatische Kalibrier- und Protokolliereinrichtungen
- ▲ hochgenaue Mess- und Auswertegeräte, Multimeter, AC-Messbrücken, Normalwiderstände, Spannungsquellen, Widerstandsdekade, und Normalthermometer
- ▲ Widerstandsthermometer zur Darstellung der ITS 90-Skala bis 660,32 °C (Al-Punkt)
- ▲ Edelmetall-Thermoelemente bis 1500 °C

Messgröße Temperatur: Permanentes Laboratorium

Messgröße Temperatur Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren ¹⁾	Mess- sicherheit ²⁾	Bemerkung
Präzisions- Widerstands- thermometer	0,010 °C	Wassertripelpunkt	5 mK	Kalibrierung an Temperaturfixpunkten (Metallerstarrungspunkten)
	231,928 °C	Zinnerstarrungspunkt	6 mK	
	419,527 °C	Zinkerstarrungspunkt	6 mK	
	660,323 °C	Aluminiumerstarrungspunkt	25 mK	
Elektrische Widerstands- thermometer, elektrische, elektronische und direkt anzeigende Berührungsther- mometer (außer Flüssig- keits-Glasthermometer und ohne Thermoelementsen- soren); Messumformer mit Widerstandsthermometer und digitalem Ausgang	-40 °C bis -20 °C	In thermostatisierten Flüssigkeitsbädern	30 mK	Vergleich mit Normal- Widerstandsthermometern
	-20 °C bis 250 °C		10 mK	
	200 °C bis 660 °C	Im Rohrfofen mit Wärmerohr	50 mK	
	100 °C bis 660 °C	Ausgleichsblock im Aluminiumpulverbad	0,1 K	
Edelmetall- Thermoelemente	231,928 °C	Zinnerstarrungspunkt	0,5 K	Kalibrierung an Temperaturfixpunkten (Metallerstarrungspunkten)
	419,527 °C	Zinkerstarrungspunkt	0,5 K	
	660,323 °C	Aluminiumerstarrungspunkt	0,5 K	
	961,78 °C	Silbererstarrungspunkt	0,5 K	
Nichtedelmetall- Thermoelemente	231,928 °C	Zinnerstarrungspunkt	0,8 K	Kalibrierung an Temperaturfixpunkten (Metallerstarrungspunkten)
	419,527 °C	Zinkerstarrungspunkt	0,8 K	
	660,323 °C	Aluminiumerstarrungspunkt	0,8 K	
	961,78 °C	Silbererstarrungspunkt	0,8 K	
Thermoelemente; elektroni- sche und direkt anzeigende Berührungsthermometer mit Thermoelementsensor; Messumformer mit Ther- moelement und digitalem Ausgang	-40 °C bis 250 °C	In thermostatisierten Flüssigkeitsbädern	0,5 K	Vergleich mit Normal- Widerstandsthermometern
	200 °C bis 1000 °C	Im Rohrfofen mit Wärmerohr	0,8 K	Vergleich mit Normal- Thermoelementen
	100 °C bis 700 °C	Ausgleichsblock im Aluminiumpulverbad	1,0 K	
	100 °C bis 650 °C	Im Blockkalibrator	2,0 K	
Edelmetall- Thermoelemente	> 1000 °C bis 1300 °C	Im Rohrfofen	1,5 K	Vergleich mit Normal- Thermoelementen
	> 1300 °C bis 1500 °C		3 K	
Nicht-Edelmetall- Thermoelemente	> 1000 °C bis 1300 °C	Im Rohrfofen	2,5 K	Vergleich mit Normal- Thermoelementen
	500 °C bis 1500 °C	Vergleich mit Normalthermoelemen- ten im Rohrfofen unter Schutzgas	5 K	Thermoelemente aus hochschmelzendem Metall
Thermoelemente Widerstandsthermometer ³⁾	- 78,5 °C - 195,8 °C	Sublimationspunkt CO ₂ ³⁾ Siedepunkt Flüssigstickstoff (LN ₂)	1,5 K	Mit Korrektur des Luft- und hydrostatischen Drucks

¹⁾ Die Messbedingungen / Verfahren legen fest, unter welchen Umständen die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten zu erzielen sind sofern die Art des Sensors und dessen Verhalten während der Kalibrierung dies zulässt.

²⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAkkS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von annähernd 95 % und enthalten, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

³⁾ Widerstandsthermometer und Sublimationspunkt CO₂ sind nicht im Akkreditierungsumfang enthalten. Nur als Werksprüfschein verfügbar.

Messgröße Temperatur Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren ¹⁾	Messunsicherheit ²⁾	Bemerkung
Elektronische und direkt anzeigenden Mess- und Anzeigeräte sowie Messumformer mit digitalem Ausgang	-270 °C bis 2300 °C (-270 mV bis 270 mV)	Digital einstellbare μ V-Quelle (DC) DAkS-DKD-R 5-5	Edelmetall TE 1,5 K	Simulation des Sensors Simulation als Temperaturäquivalent in mV (μ V) oder Ohm (Ω)
	-250 °C bis 1000 °C (15 Ω bis 5 k Ω)	Digital einstellbare Widerstandsdekade - DAkS-DKD-R 5-5	Nicht-Edelmetall TE 1,0 K	
Thermoelement-Messumformer mit Analogausgang	-195,8 °C bis 1500 °C	Wie Thermoelemente	0,2 K	
Widerstandsthermometer-Messumformer mit Analogausgang	-40 °C bis 660 °C	Wie Widerstandsthermometer	U (TE) + 0,5 K	Messumformer mit Temperatursensor (TE): Thermoelement (WT): Widerstandsthermometer
Elektronischen und direkt anzeigenden Mess- und Anzeigeräte sowie Messumformern mit analogem Ausgang	-270 mV bis 270 mV	Digital einstellbare μ V-Quelle (DC) DAkS-DKD-R 5-5	Edelmetall-TE 2,0 K	Simulation des Sensors Simulation als Temperaturäquivalent in mV (μ V) oder Ohm (Ω) (TE): Thermoelement (WT): Widerstandsthermometer
	-250 °C bis 1000 °C (15 Ω bis 5 k Ω)	Digital einstellbare Widerstandsdekade - DAkS-DKD-R 5-5	Nicht-Edelmetall-TE 1,5 K	
Kalibrieren von Simulatoren für thermische Messgrößen	-270 °C bis 2500 °C (-270 mV bis 270 mV)	Messung der simulierten Thermospannung in mV (μ V)	0,4 K	
	-250 °C bis 1000 °C (15 Ω bis 5 k Ω)	Messung des simulierten Widerstandes in Ohm (Ω)	Edelmetall: 0,5 K Nicht-Edelm. TE: 0,3 K	4-Leiter Schaltung 2-Leiter Schaltung mit erhöhter Messunsicherheit

Messgröße Temperatur: Vor-Ort-Kalibrierung

Messgröße Temperatur Kalibriergegenstand	Messbereich / Messspanne	Messbedingungen / Verfahren ¹⁾	Messunsicherheit ²⁾	Bemerkung
Thermoelemente; elektronische und direkt anzeigende Berührungsthermometer mit Thermoelementsensoren; Messumformer mit Thermoelement und digitalem Ausgang	100 °C bis 650 °C	Im Blockkalibrator	2 K	Vergleich mit Normal-Thermoelementen Messumformer mit Temperatursensor ^{*)} Wärmeschranke ohne Luftumwälzung sind nur bis 350 °C zulässig.
	100 °C bis 500 °C	Im charakterisierten Kalibrierbad charakterisierten Wärmeschrank ^{*)} des Nutzers.	2 K	
Elektronische und direkt anzeigende Mess- und Anzeigeräten sowie Messumformern mit digitalem Ausgang	-270 °C bis 2300 °C (-270 mV bis 270 mV)	Digital einstellbare μ V-Quelle (DC) DAkS-DKD-R 5-5	Edelmetall-TE 1,5 K	Simulation des Sensors Simulation als Temperaturäquivalent in mV (μ V) oder Ohm (Ω)
	-250 °C bis 1000 °C (15 Ω bis 5 k Ω)	Digital einstellbare Widerstandsdekade - DAkS-DKD-R 5-5	Nicht-Edelmetall-TE 1,0 K	
Elektronische und direkt anzeigenden Mess- und Anzeigeräten sowie Messumformer mit analogem Ausgang	-270 °C bis 2300 °C (-270 mV bis 270 mV)	Digital einstellbare μ V-Quelle (DC) DAkS-DKD-R 5-5	0,2 K	
	-250 °C bis 1000 °C (15 Ω bis 5 k Ω)	Digital einstellbare Widerstandsdekade - DAkS-DKD-R 5-5	Edelmetall-TE 2,5 K	Simulation des Sensors als Temperaturäquivalent in mV (μ V) oder Ohm (Ω) (TE): Thermoelement (WT): Widerstandsthermometer
			Nicht-Edelmetall-TE 2,0 K	
			0,6 K	

¹⁾ Die Messbedingungen / Verfahren legen fest, unter welchen Umständen die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten zu erzielen sind sofern die Art des Sensors und dessen Verhalten während der Kalibrierung dies zulässt.

²⁾ Die kleinsten angebbaren Messunsicherheiten sind nach DAkS-DKD-3 (EA-4/02) festgelegt. Diese sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer Überdeckungswahrscheinlichkeit von annähernd 95 % und enthalten, sofern nichts anderes angegeben ist, den Erweiterungsfaktor $k = 2$. Messunsicherheiten ohne Einheitenangabe sind auf den Messwert bezogene Relativwerte, sofern nichts anderes vermerkt ist.

Kalibrierschein - ein Freifahrt-Ticket für alle Fälle?

Im Bereich der industriellen Qualitätssicherung muss die Frage, was denn „richtig messen“ heißt, eindeutig beantwortet werden können. Eine unabdingbare Voraussetzung dafür sind nach eindeutigen Verfahren ermittelte Messwerte. Deren Grundlage wiederum sind Mess- und Prüfmittel, die regelmäßig und rückführbar kalibriert sind.

Messungen mit eindeutigen, überprüfbaren Ergebnissen sind das Fundament jeder qualitativ hochwertigen industriellen Produktion. Dabei ist zu beachten, dass keine Messung wirklich fehlerfrei ist! Die Kenntnis der Messunsicherheit – berechnet oder nach bestem Wissen abgeschätzt – mit der jede Messung behaftet ist, ist eminent wichtig. Diese Kenntnis ist nur durch den Einsatz kalibrierter Mess-/Prüfmittel zu bekommen.

Um es gleich vorweg zu nehmen:

1. Die Kalibrierung kann keine Aussage zur tatsächlichen Güte einer Messung im realen Prozess machen. Die Ermittlung der Messunsicherheit bzw. des Messfehlers im Prozess ist durch die Kalibrierung nur zum Teil bestimmt! Der kalibrierte Sensor ist ja nur ein Teil der gesamten Messkette.

2. Die Kalibrierung ist eine Momentaufnahme unter den Bedingungen, die im Labor während der Kalibrierung herrschen. Diese haben im allgemeinen nichts oder nur ansatzweise mit den Bedingungen zu tun, wie sie im realen Prozess innerhalb einer Produktionsanlage herrschen.

Was genau aber bedeutet „rückführbare Kalibrierung“? Wie lauten die dafür entscheidenden Rahmenbedingungen?

Das internationale Wörterbuch der Metrologie (Vocabulaire International des termes fondamentaux et généraux de Métrologie - VIM) definiert:

„Kalibrieren umfasst die Tätigkeiten zur Ermittlung des Zusammenhanges zwischen den ausgegebenen Werten eines Messmittels [...] und den bekannten Werten der Messgröße unter bekannten Bedingungen.“

Oder anders ausgedrückt:

Kalibrieren ist der Vergleich von Messungen eines Mess- oder Prüfmittels mit den Werten eines übergeordneten Normal nach einem eindeutig dokumentierten Verfahren. Dies erfolgt mit dem Ziel, die Abweichungen zu ermitteln und zu dokumentieren.

Die erfolgte Kalibrierung des Mess- oder Prüfmittels wird mit einer aufgetragenen Kalibriermarke und in einem Kalibrierschein dokumentiert. Er enthält alle relevanten Gerätedaten sowie die bei der Kalibrierung gemessenen Werte mit Angabe der jeweiligen Messunsicherheit. Im Detail muss ein Kalibrierschein folgende Mindestangaben enthalten:

- Eindeutige Identifikation des Messmittels,
- das Datum der Kalibrierung,
- Auflistung der verwendeten Kalibriermittel,
- Optional: Angaben zu deren Rückführbarkeit,
- angewandte Kalibriermethode und/oder Norm bzw. anerkannte Richtlinie,
- Angaben zur Messunsicherheit,
- das Ergebnis der Kalibrierung in tabellarischer und/oder graphischer Form,
- Optional: Angabe von Fehlergrenzen,
- die Umgebungsbedingungen während der Kalibrierung,
- Identifikation der die Kalibrierung ausführenden Institution,
- Unterschrift desjenigen, der die Kalibrierung durchgeführt hat.

Ein Kalibrierschein ist zeitlich unbegrenzt gültig - allerdings ist er auch kein Freifahrtticket für die Ewigkeit.

Grundsätzlich ist eine Kalibrierung unter den im Kalibrierschein beschriebenen Bedingungen und nur zum Zeitpunkt ihrer Durchführung gültig. Während des – auch bestimmungsgemäßen - Einsatzes unterliegen die Mess-/Prüfmittel naturgemäß vielfältigen Einflüssen bis hin zu Beschädigungen. Daher müssen sie in regelmäßigen Abständen - den Kalibrierintervallen – erneut gewartet, geprüft und kalibriert werden.

Kalibrierintervalle sind in keinem Regelwerk fest definiert, sondern müssen vom Anwender des Mess-/Prüfmittels im Rahmen seines Messmittelmanagements individuell festgelegt werden.

Ein solches Messmittelmanagement ist integraler Bestandteil eines jeden QM-Systems.

Bestimmende Faktoren sind dabei unter anderem:

- die Beanspruchung des Mess-/Prüfmittels,
- dessen Alter und Zustand,
- die Ergebnisse der vorangegangenen Kalibrierungen,
- die geforderte Messunsicherheit oder
- das im Rahmen des Qualitätssicherungssystems zulässige Toleranzband.

In Abhängigkeit der Gebrauchstemperatur und –dauer wird z.B. für Temperatursensoren, die als Kalibriernormal verwendet werden, ein Rekalibrierintervall von ein bis maximal drei Jahren empfohlen!

Ob, und vor allen Dingen, wann, wie und wo eine Rekalibrierung des Messmittels erfolgen soll, obliegt also ganz allein der Verantwortung des Nutzers. Und gerade da fällt die Entscheidung nicht immer leicht. Kaum ein Anwender kann diese Leistung im eigenen Hause erbringen - man ist dann also auf einen externen Kalibrier-Dienstleister angewiesen. CENTROCAL bietet hierzu Beratung und Unterstützung - auch vor Ort - an.

Kompetenz und Erfahrung

In Deutschland ist die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig und Berlin, für die Darstellung und Weitergabe der Einheiten zuständig. Sie arbeitet mit den Nationalen Metrologie-Instituten (NMI) anderer Länder zusammen, um die internationale Äquivalenz von Messergebnissen sicherzustellen. Die PTB ist die Fachaufsichtsbehörde für die im Deutschen Kalibrier-Dienst DKD bzw. von der Deutschen-Akkreditierungs-Stelle DAkkS akkreditierten Labore.

Kalibrierscheine von im DAkkS (DKD) akkreditierten Laboratorien werden auf Grund internationaler Abkommen in den meisten Ländern dieser Welt anerkannt. Eine solche grenzüberschreitende Kompetenz sollten Messmittelanwender durchaus zum Maßstab für die Wahl ihres externen Kalibrier-Dienstleisters machen. Vor allem dann, wenn das Unternehmen global aufgestellt oder international als Zulieferer engagiert ist.

Für eine solche Kompetenz und Erfahrung steht das Kalibrierlaboratorium für die Messgröße Temperatur der CENTROCAL GmbH in Werne a.d. Lippe seit 1993. Das Kalibrierlaboratorium entspricht dabei in vollem Umfang den Anforderungen der DIN EN ISO/IEC 17025.

Wesentliche Kriterien für die Entscheidung

Der Nachweis der Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 ist das wesentlichste Entscheidungskriterium für die Wahl eines externen Dienstleisters für Kalibrieraufgaben. Er ist der unverzichtbare Beweis der fachlichen und organisatorischen Kompetenz. Diese internationale Norm legt die Qualitätsstandards für alle Prüf- und Kalibrierlaboratorien fest.

Dabei muss ein QM - System ähnlich der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 eingeführt und gepflegt werden. Der Nachweis von geschultem, fachkundigem Personal, hohe Fachkompetenz und die Rückführbarkeit der verwendeten Normale geht jedoch weit darüber hinaus. Die akkreditierten Labore müssen in vollem Umfang die Anforderungen dieser Norm erfüllen und werden entsprechend regelmäßig fachlich und organisatorisch auditiert.

Normen und Richtlinien

Dies ist speziell für Kunden im Automotive-Bereich sowie in den Zulieferindustrien für die Luft- und Raumfahrt wesentlich, die nach der ISO/TS 16949 zertifiziert bzw. verpflichtet sind, ihre Anlagen und Mess-/Prüfmittel gemäß VDA 6..., AMS 2750, CQI 9 oder ähnlichen Richtlinien einzurichten.

Diese Normen bzw. Richtlinien verlangen, dass externe Kalibrierdienstleister für die jeweilige Messgröße nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert sein müssen und über hinreichend kleine Messunsicherheiten verfügen.

Hierzu schreibt die DAkkS in ihrem Merkblatt DAkkS-DKD-MB-1:

.... dass Werkskalibrierscheine akkreditierter Kalibrierlaboratorien wie Kalibrierscheine von nicht akkreditierten Institutionen zu behandeln sind.

Wird allein mit der Aussage „Kalibrierung nach DIN EN ISO 9000/ 9001“ geworben, ist also größte Vorsicht geboten. Denn diese Norm beschreibt lediglich den organisatorischen Aufbau eines QM-Systems. Sie fordert zwar die Kalibrierung der Mess- bzw. Prüfmittel und eine dokumentierte Prüfmittelüberwachung, beschreibt aber weder ein Kalibrierverfahren noch eine Organisation.

Im Gegensatz dazu schreibt die gültige Norm DIN EN ISO/IEC 17025 zwingend die genaue Beschreibung, Validierung und Verifizierung der angewendeten Kalibrierverfahren vor. Weiterhin muss ein im Rahmen von Ringvergleichen überprüfbares Messunsicherheitsbudget aufgestellt und dokumentiert werden.

Dieses wird im Rahmen von Audits alle 1,5 bis 2 Jahre von der Fachaufsichtsbehörde durch Vergleichsmessungen verifiziert.

Anerkennung durch Akkreditierung

Der Anwender bewegt sich letztlich nur dann auf sicherem Boden, wenn er seine Mess-/Prüfmittel bei einem DAkkS- (DKD-) akkreditierten Kalibrierlaboratorium kalibrieren lässt.

Die fachliche und organisatorische Überwachung im DAkkS (DKD) stellt sicher, dass die Prüfmittel von sachkundigen Technikern/Ingenieuren auf Normale eines Staatsinstituts rückgeführt werden. Dies ist in der Regel die Physikalisch-Technische Bundesanstalt PTB in Braunschweig und Berlin oder ein anderes entsprechend akkreditiertes nationales oder internationales Labor.

Die DAkkS ist die im Jahr 2010 aus den in Deutschland tätigen Akkreditierungsstellen gebildete einheitliche Stelle des Bundes, der Länder und des Bundesverbandes der Deutschen Industrie BDI.

Sie führt Akkreditierungen durch in den Bereichen Prüflaboratorien, Kalibrierlaboratorien, medizinische Laboratorien, Produktzertifizierungen, Managementzertifizierungen, Personenzertifizierungen, Inspektionsstellen, Ringversuchsanbieter und Referenzmaterialhersteller.

Akkreditierung durch die DAkkS

Im Oktober 2010 bestätigte der DKD durch ein Überwachungsaudit dem Kalibrierlaboratorium DKD-K-09701 der CENTROCAL GmbH die Weiterführung der Akkreditierung nach der internationalen Norm DIN EN ISO/IEC 17025 in den Bereichen Widerstandsthermometer, Thermoelemente und elektronische sowie direkt anzeigende Berührungsthermometer.

Die erfolgreiche Rezertifizierung gemäß den Richtlinien der DAkkS erfolgte in einem Reakkreditierungsaudit im März 2012. Die neue Registrierungsnummer lautet D-K-17734-01-00.

Die von uns bisher ausgestellten Kalibrierscheine sind auch über den genannten Termin der Reakkreditierung hinaus uneingeschränkt gültig.

Die Zusammenfassung aller bisherigen deutschen Akkreditierungsstellen einschließlich des DKD in die DAkkS bedeutet nicht eine Änderung in der fachlichen Arbeit der Labore sondern nur eine Änderung der Organisationsstruktur auf der Basis der Europäischen Verordnung EG 765/2008.

Allgemeine Begriffserläuterungen

Kalibrieren

Beim Kalibrieren müssen die Mess-/Prüfmittel beziehungsweise die verwendeten Normale auf international gültige SI-Einheiten rückgeführt werden. Das Internationale Einheitensystem (Système International d'unités - SI) ist das auf dem internationalen Größensystem (International System of Quantities - ISQ) basierende Einheitensystem. Dieses 1960 eingeführte metrische System ist heute das weltweit am weitesten verbreitete für physikalische Größen.

Rückführung

Die „Rückführung“ erfolgt durch unmittelbaren Vergleich mit Normalen, die ihrerseits in einem oder in mehreren Kalibrierschritten innerhalb einer ununterbrochenen Kalibrierkette an ein nationales oder internationales Normal angeschlossen sind. Ein solches Normal verkörpert die genaueste an diesem Ort verfügbare Realisierung der Einheit des Internationalen Einheitensystems SI.

Messkette

Eine Messkette oder ein Messsystem besteht aus dem Temperatursensor (temperaturabhängiger Widerstand oder Thermoelement) und der Auswertelektronik bzw. der Messeinrichtung. Der Sensor wird entweder direkt oder zusammen mit einem geeigneten Mittel zur Wärmeübertragung in ein Schutzrohr eingebaut.

Zwischen den beiden Komponenten des Messsystems befinden sich Verbindungsleitungen. Sensor und Auswertelektronik sind oftmals in einem Temperaturfühler (Anschlusskopf) kombiniert. Die Auswertelektronik kann ein Messumformer oder ein anzeigendes elektronisches Anzeigegerät zur Temperaturanzeige sein.

Thermoelement

Ein Thermoelement misst die Temperaturdifferenz zwischen der Messstelle und einer Vergleichsstelle. Um die Temperatur der Messstelle messen zu können, muss die Temperatur der Vergleichsstelle (z.B. Eingangsklemmen des Messgerätes) bekannt sein. Zur Verbindung von Thermoelement und Auswertelektronik werden Ausgleichs- oder Thermoleitungen verwendet, die in festgelegten Temperaturbereichen die gleichen thermoelektrischen Eigenschaften wie das Thermoelement selbst aufweisen.

Damit wird verhindert, dass an der Verbindungsstelle eine zusätzliche Thermospannung entsteht. Voraussetzung ist jedoch, dass die zum Thermoelement passende Ausgleichsleitung verwendet wird. Für alle Thermoelemente sind in der DIN EN 60584 Fehlergrenzen in Abhängigkeit von der Messtemperatur festgelegt. Zu beachten ist, dass auch für die Ausgleichs- und Thermoleitungen Fehlergrenzen gelten (Klasse 1 und 2). Für die Messkette (Sensor plus Leitung) ergibt sich somit eine Gesamttoleranz aus den Toleranzen des Thermoelementes und der Anschlussleitung.

Alle in Tabellenwerken angegebenen Thermospannungen beziehen sich auf eine Vergleichsstellentemperatur von 0°C.

Widerstandsthermometer

Pt 100-Sensoren sind Temperaturfühler, die auf der Widerstandsänderung von Platin unter Temperatureinfluss basieren. Es handelt sich um Widerstandsthermometer, und zwar um so genannte Kaltleiter mit einem positiven Temperatur-Koeffizienten (**PTC** – **P**ostive **T**emperature **C**oefficient).

Zur Temperaturmessung im Bereich von –200 °C bis 850 °C wird häufig die elektrische Widerstandsänderung eines Platindrahtes oder einer Platinschicht genutzt. Die Platin-Temperatur Sensoren werden durch ihren Nennwiderstand R_0 bei einer Temperatur von 0 °C charakterisiert.

Weit verbreitete Grundwerte sind:

- Pt 100 ($R_0 = 100 \text{ Ohm}$)
- Pt 200 ($R_0 = 200 \text{ Ohm}$)
- Pt 500 ($R_0 = 500 \text{ Ohm}$)
- Pt 1000 ($R_0 = 1 \text{ kOhm}$)
- Die neue Pt - Generation besteht aus dem Pt 3000, Pt 6000 und Pt 9000.

Die Widerstandsänderung in Bezug auf die Temperatur ist in der DIN EN 60751 festgelegt.

Der große Vorteil der Standardisierung des Nennwiderstands und der Widerstandsänderung ist die leichte Austauschbarkeit der Temperaturfühler, ohne dass anschließend eine Neukalibrierung der Messkette notwendig wird.

Als Widerstandsthermometer hat der Pt 100 in den unteren Temperaturbereichen eine kleinere Messunsicherheit als z. B. Thermoelemente.

Messunsicherheit

Dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftiger Weise der Messgröße zugeordnet werden könnten.

VIM:2005, Abs. 3.9

Dieser Wert kann beispielsweise eine Standardabweichung (oder ein Vielfaches davon), oder die halbe Breite eines Bereiches sein, der ein festgelegtes Vertrauensniveau hat.

Diese Definition aus dem „Internationalen Wörterbuch der Metrologie“ ist für den praktische Gebrauch wenig „griffig“. Allgemein werden auch Begriffe wie Toleranz oder Genauigkeit angewendet, die im Prinzip das Gleiche bedeuten.

Die Messunsicherheit enthält im Allgemeinen viele Komponenten. Einige dieser Einflussfaktoren können aus der statistischen Verteilung der Ergebnisse einer Messreihe ermittelt und durch empirische Standardabweichungen gekennzeichnet werden. Die anderen Komponenten, die ebenfalls durch Standardabweichungen charakterisiert werden können, werden aus angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen ermittelt, die sich auf Erfahrung oder andere Information gründen.

Informationsquellen für Einflussfaktoren können vielfältig sein: Die bei der Akkreditierung festgesetzte kleinstmögliche Messunsicherheit, Kalibrierdaten der verwendeten Messgeräte und Normalien, zeitliche Stabilität der Wärmequelle, Datenblätter von Geräten und Systemen, Grenzabweichungen aus Normen, angewandtes Kalibrierverfahren, ... usw.

Systematische Messabweichungen

Systematische Messunsicherheiten liegen vor, wenn unter gleichen Messbedingungen der gleiche Betrag und das gleiche Vorzeichen für den Messfehler ermittelt werden. Systematische Messabweichungen können vorhergesagt und korrigiert werden.

Beispiel:

Eine kalibrierte Messkette hat bei 100 °C laut Kalibrierschein einen Anzeigefehler von - 0,3 K, am Einsatzort kann der Anzeigewert des Messgerätes um + 0,3 K korrigiert werden.

Statistische Messabweichung

Es handelt sich um zufällige Messabweichungen, gemeinhin auch Streuung genannt. Durch eine Mehrfachmessung unter gleichen Messbedingungen kann deren Größe abgeschätzt werden. In der Regel handelt es sich bei zufälligen Messabweichungen um eine Normalverteilung um einen Mittelwert. 68,3% aller Messwerte liegen innerhalb der einfachen Standardabweichung ($\pm 1 \sigma$) der Normalverteilung. Die doppelte Standardabweichung ($k = 2$) ergibt eine Wahrscheinlichkeit von 95,4%.

Kleinste angebbare Messunsicherheit

Wird in der Literatur vielfach mit BMC (Best Measurement Capability) bezeichnet.

Kleinste Messunsicherheit, die ein Laboratorium für eine spezifische Größe unter idealen Messbedingungen im Rahmen seiner Akkreditierung erreicht hat. Die kleinste angebbare (akkreditierte) Messunsicherheit darf in Prüfscheinen nicht unterschritten werden.

Richtlinie der DAkkS / des DKD

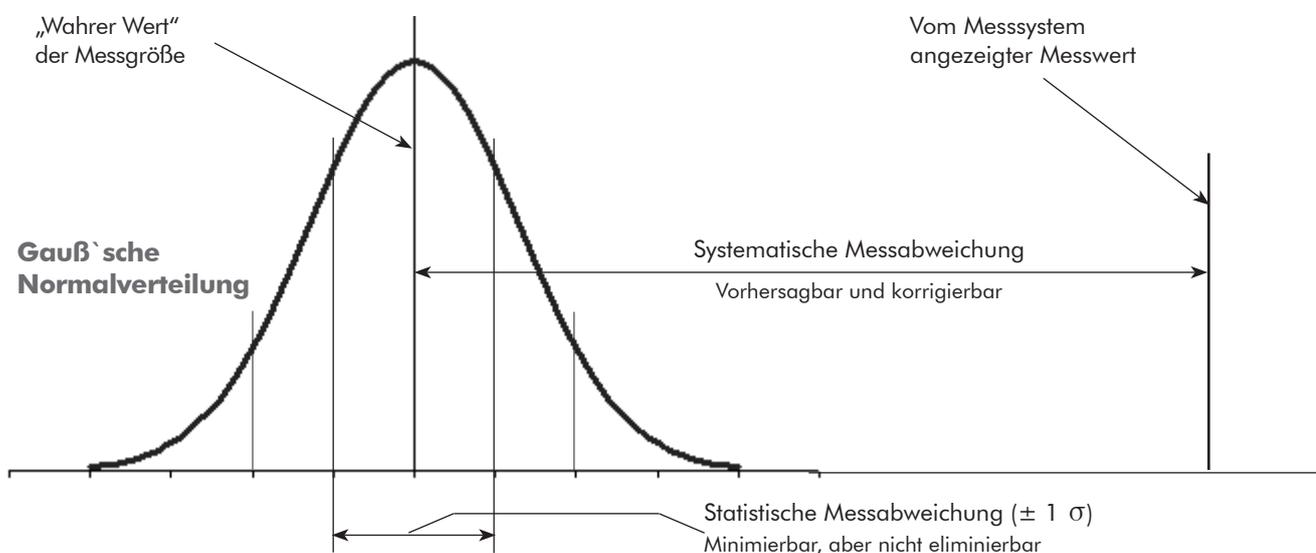


Abb. 1: Messabweichung und Normalverteilung

Die RÖSSEL-Firmengruppe umfasst folgende Unternehmen:

- ▲ CENTROCAL GmbH in Werne:
Kalibrierung, Seminare, Beratung, Service
- ▲ RÖSSEL in Alphen a/d Rijn (Holland):
Vertrieb für Holland, Belgien und Frankreich
- ▲ RÖSSEL-Messtechnik GmbH in Werne:
Standort für Entwicklung, Fertigung und Vertrieb von Temperatursensoren und Geräten
- ▲ RÖSSEL-Messtechnik GmbH in Dresden:
Standort für Entwicklung, Fertigung und Vertrieb von Temperatursensoren und Geräten

CENTROCAL GmbH	RÖSSEL-Messtechnik GmbH	RÖSSEL-Messtechnik GmbH	RÖSSEL
Lohstraße 2 59368 Werne a.d. Lippe	Lohstraße 2 59368 Werne	Seidnitzer Weg 9 01237 Dresden	Eikenlaan 253d 2404BP Alphen a/d Rijn
Tel: +49 2389 409-0	Tel: +49 (0) 2389 409-0	Tel: +49 (0) 351 31225-10	Tel: +31 (0) 172 493141
Fax: +49 2389 409-80	Fax: +49 (0) 2389 409-80	Fax: +49 (0) 351 31225-25	Fax: +31 (0) 172 495043
Mail: info@centrocal.de	Mail: info@roesselwerne.de	Mail: info@roesseldresden.de	Mail: info@rossel.nl
Web: www.centrocal.de	Web: www.roesselwerne.de	Web: www.roesseldresden.de	Web: www.rossel.nl