

Verfasser: Dr. K. Mandelatz

Gültig ab:

Kontrolle:

Außer Kraft ab:

Freigabe QA:

Periodische Kontrolle

Kontrolliert durch:

Datum:

1 Änderungen gegenüber der vorhergehenden Version

Version 009: Missverständliche Formulierung zu Ein- oder Mehrpunktkalibrierung in Kapitel 7.2 korrigiert. Anzahl Wiederholmessungen von 5 auf 3 reduziert. Geringfügige Korrektur der Datenblattangaben in Kapitel 11.

Diese Änderungen müssen nicht geschult werden. Es genügt die bestätigte Kenntnisnahme der betroffenen Mitarbeiter.

2 Normen und Guidelines

[1] EN 60751:2009 „*Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Temperatur-sensoren*“

[2] NIST, Greenspan, L.: "*Humidity Fixed Points of Binary Saturated Aqueous Solutions*", Journal of Research of the National Bureau of Standards - A, Physics and Chemistry, Vol 81A, No. 1, Jan-Feb 1977

[3] Richtlinie DAkkS-DKD-R 5-1 *Kalibrierung von Widerstandsthermometern*

3 Angaben zu den Temperatur -und Feuchtemessgeräten

Angaben zur Gerätekennzeichnung, Typ oder Seriennummer, Beschaffungs- oder Inbetriebnahmedatum sowie Anlieferungszustand sind, soweit zutreffend, in der Geräteliste der „Temperatur- und Feuchtemessgeräte“ oder einzeln im Geräteordner der Temperatur- und Feuchtemessgeräte aufgeführt.

Fest eingebaute Temperatur- und Feuchtemessgeräte sowie -regeleinrichtungen (z.B. in Klima- oder Kühlräumen) sind nicht einzeln im Validation Master Plan, sondern in den jeweiligen Geräteanweisungen aufgeführt.

4 Verantwortungen und Aufzeichnungen


Zuständig für die periodische Kalibrierung der Temperatur- und Feuchtemessgeräte ist der jeweilige *Geräteverantwortliche* und sein Stellvertreter. Die Ausführung dieser Aufgabe kann delegiert werden. Der jeweilige Verantwortliche ist im Logbuch, bei Hilfsmitteln ohne Logbuch ersatzweise im Kontrollblatt aufgeführt.

Zur Aufzeichnung aller gerätebezogenen Tätigkeiten, der periodischen Kalibrierung sowie ungewöhnlichen Vorkommnisse wird vom Geräteverantwortlichen ein Logbuch oder Kontrollblatt (engl. „Action Sheet“) geführt.

5 Qualifizierung und Freigabe von Temperatur- und Feuchtemessgeräten

Gemäß der United States Pharmacopoea (USP), *General Chapter 1058, Instrument Categories*, gelten Temperatur- und Feuchtemessgeräte als Prüfmittel („*standard equipment providing measured values as well as equipment controlling physical parameters*“) der Gruppe B. Für Geräte der Gruppe B wird die Qualifizierung durch eine Kalibrierung gemäß den Herstellerspezifikationen abgedeckt. Eine mehrstufige Qualifizierung mit DQ/IQ/OQ/PQ kann demzufolge zusammengefasst werden.

Die *Freigabe* bei erfolgreicher Kalibrierung erfolgt gemäß der allgemeinen Arbeitsanweisung „Qualifizierung und Kennzeichnung von Prüf- und Hilfsmitteln“. Die Kennzeichnung kann der Größe wegen, abweichend von der allgemeinen Arbeitsanweisung, auch mit einem verkleinerten grünen Aufkleber mit dem *Ablaufdatum der Kalibrierung* direkt auf dem Thermometer oder Messgerät erfolgen:



Exp.Okt2009

Weicht der ermittelte Wert von den Spezifikationen des Herstellers ab, so werden diese Temperatur- und Feuchtemessgeräte durch *Entfernen des Aufklebers* sofort außer Betrieb genommen. Temperatur- und Feuchtemessgeräte, die defekt sind, nicht einwandfrei oder nicht innerhalb der Spezifikationen arbeiten, werden repariert oder ersetzt. Nach der Reparatur muss die Qualifizierung resp. Kalibrierung erfolgreich wiederholt werden.

6 Messnormale für die Kalibrierung der Thermometer und Hygrometer

Je nach Anforderung und Bauform können die nachfolgenden Messnormale für eine hausinterne Kalibrierung mit Hilfe einer vergleichenden Messung der Temperatur- und Feuchtemessgeräte verwendet werden:

Die Gültigkeit der Kalibrierung der Messnormale für Temperatur und Feuchte kann, analog der Kalibrierung eines Temperatur- oder Feuchtemessgerätes, durch eine vergleichende Messung mit einem gültigen Messnormal um die entsprechende Gültigkeitsdauer verlängert werden.

Kopien des gültigen Kalibrierzertifikates sowie der Datenblätter werden bei der Kalibrierung eines Prüfmittels mit den Aufzeichnungen zu den Messwerten der Kalibrierung abgelegt.

Messnormale Temperatur Beschreibung und Gültigkeitsdauer bzw. Gebrauchsfähigkeit

<p><i>Flüssigkeits-Glasthermometer gemäß Ph. Eu.:</i></p>	<p>Rückführbares, amtlich geeichtes Messnormal für Temperaturwerte.</p> <p><i>Die Gültigkeit der amtlichen Eichung beträgt 15 Jahre. Spezifikation und Messunsicherheit gemäß Zertifikat.</i></p>
<p><i>Temperatur-Kalibrierset Thermoguard TGCS-Tx</i></p>	<p>Rückführbares, kalibriertes <i>Temperatur-Kalibrierset Thermoguard TGCS-Tx</i>. Dient als Messnormal für vergleichende Messungen zur Kalibrierung hausinterner Temperaturmessgeräte und -überwachungseinrichtungen.</p> <p><i>Die Gültigkeit der Kalibrierung beträgt definitionsgemäß 5 Jahre. Spezifikation und Messunsicherheit gemäß Datenblatt.</i></p>

Messnormale Feuchte Beschreibung und Gültigkeitsdauer bzw. Gebrauchsfähigkeit

<p><i>Feuchte-Referenzzellen gemäß NIST [2]:</i></p> <p>Spezifikation und Messunsicherheit abhängig vom Salz. Feuchte-Referenzzellen mit einer gesättigten Salzlösung haben eine typische Genauigkeit von $\pm 1,0$ %rF.</p>	<p><i>Feuchte-Referenzzellen</i> dienen gemäß dem amerikanischen National Institute of Standards (NIST, vormals National Bureau of Standards) unter Ausnutzung der als Naturkonstante bekannten relativen Feuchte in einem geschlossenen Raum oberhalb einer gesättigten Salzlösung als primäre Referenz für die Kalibrierung von Feuchtefühlern.</p> <p><i>Die Gültigkeit der Naturkonstanten ist unbeschränkt. Die Dauer der Gebrauchsfähigkeit bzw. Eignung ist abhängig vom Wasserverlust bzw. -zuwachs der Salzzelle und muss vor der Verwendung, sinngemäß als Eignungstest (SST), optisch kontrolliert werden.</i></p>
<p><i>Temperatur- und Feuchte-Kalibrierset Thermoguard TGCS-rF</i></p>	<p>Rückführbar kalibriertes <i>Temperatur- und Feuchte-Kalibrierset Thermoguard TGCS-rF</i>. Dient als Referenz für vergleichende Temperatur- und Feuchtemessungen zur Kalibrierung hausinterner Temperatur- und Feuchtemessgeräte sowie -überwachungseinrichtungen.</p> <p><i>Die Gültigkeit der Feuchte-Kalibrierung beträgt 1 Jahr. Spezifikation und Messunsicherheit gemäß Datenblatt.</i></p>

7 Kalibrierung von Temperatur- und Feuchtemessgeräten

Temperaturmessgeräte werden für Anwendungs- und Kalibrierzwecke nach dem Bau- bzw. Funktionsprinzip unterteilt:

- Flüssigkeitsglasthermometer* zur direkten Temperaturanzeige
- Widerstandsbasierte Thermometer* mit elektronischer Anzeige oder Aufzeichnung
- Mechanische und sonstige Thermometer* mit mechanischer Anzeige oder Auswertung

Temperatur- und Feuchtemessgeräte der verschiedenen Funktionsprinzipien werden gemäß den vorgegebenen Intervallen durch den Hersteller, eine externe Kalibrierstelle oder hausintern mit einem der oben aufgeführten Messnormale oder einem bereits kalibrierten Temperatur- oder Feuchtemessgerät regelmäßig kalibriert. Die Messabweichungen können als Korrekturwerte zur Justierung in die Messkette eingetragen bzw. übernommen werden.

Um eine vorgegebene oder gewünschte Spezifikation zu garantieren, darf ein Messgerät bei einer vergleichenden Messung nur mit einem kalibrierten Messgerät mit einer gleich guten oder besseren Messunsicherheit kalibriert werden.

Die Wahl und Anzahl der Kalibrierpunkte wird von der Anwendung bestimmt. Die Kalibrierpunkte sollten auf dem Arbeitspunkt des Gerätes liegen oder den Anwendungsbereich abdecken. Eine Extrapolation wesentlich über die Kalibrierpunkte hinaus ist nicht zulässig.

Anwendung	Beispiele	Kalibrierpunkte
Gerät mit fest eingestelltem Arbeitspunkt	Kühlschrank 5 °C	Einpunktkalibrierung auf dem Arbeitspunkt 5 °C
Gerät mit variabel einstellbarem Arbeitsbereich	Wasserbad 25 - 80 °C	Mehrpunktkalibrierung über den Arbeitsbereich 20 °C 100 °C

7.1 Flüssigkeitsglasthermometer

Die *Eichung*, d.h. eine amtlich ausgeführte und national rückführbare Kalibrierung eines Flüssigkeitsglasthermometers ist gemäß den Eichscheiden der nationalen Behörden für Messwesen (in der Schweiz: Bundesamt für Metrologie METAS; in Deutschland: Landesämter für Mess- und Eichwesen) 15 Jahre lang gültig.

Flüssigkeitsglasthermometer für den Laborgebrauch werden mit Hilfe einer *vergleichenden Messung* mit einem der oben aufgeführten Referenzmittel oder einem bereits kalibrierten Temperaturmessgerät kalibriert. Unter Anwendung der gleichen metrologischen Maßstäbe ist eine hierauf rückführbare Kalibrierung eines Flüssigkeitsglasthermometers für den allgemeinen Laborgebrauch daher ebenfalls 15 Jahre gültig.

Die Thermometer werden je nach Anwendung bei einem oder zwei verschiedenen Temperaturen (z.B. 0 °C, 20 °C oder 40 °C) kalibriert. Für den Eis/Wasser-Fixpunkt von 0 °C können Eis und Wasser im Verhältnis 2:1 gemischt werden. Temperierte Bäder werden bis zur Temperaturkonstanz auf einer Heizrührplatte eingestellt.

Nach Erreichen konstanter Messwerte bzw. der Zieltemperatur wird die Temperatur des Messnormals und des zu prüfenden Thermometers in Intervallen von ca. 1 - 30 Minuten abgelesen. Es werden mindestens 3 Messungen aufgezeichnet. Die Temperaturdifferenz der beiden Aufzeichnungen wird auf die Einhaltung der Spezifikationen verglichen.

7.2 Widerstandsbasierte Thermometer mit elektronischer Anzeige oder Aufzeichnung

Elektrische Temperaturmessgeräte müssen je nach Bauform gemäß Herstellerangaben oder spätestens *alle fünf Jahre* mit Hilfe einer *vergleichenden Messung* mit einem der oben aufgeführten Referenzmittel oder einem bereits kalibrierten Temperaturmessgerät je nach Anwendung bei einem oder zwei verschiedenen Temperaturen analog dem Vorgehen bei einem Flüssigkeitsglasthermometer kalibriert werden. Die Temperaturfühler sollten hierbei in thermischen Kontakt gebracht werden; beispielsweise mit Aluminiumfolie.

Nach Erreichen konstanter Messwerte bzw. der Zieltemperatur wird die Temperatur des Messnormals und des zu prüfenden Thermometers abgelesen und manuell oder elektronisch aufgezeichnet. Die Temperaturdifferenz der beiden Aufzeichnungen wird auf die Einhaltung der Spezifikationen verglichen.

Fest installierte Temperaturmessgeräte können alternativ mit einer *vergleichende Langzeitmessung* mit einem kalibrierten Datenlogger oder einem anderen kalibrierten Messgerät kalibriert werden. Der Datenlogger und der Temperaturfühler sollten hierbei ebenfalls in thermischen Kontakt gebracht werden; beispielsweise mit Aluminiumfolie.

Nach Erreichen der Temperaturkonstanz bei geschlossener Umgebung (z.B. Kühl- oder Klimaschrank) wird die Temperaturdifferenz der beiden Aufzeichnungen auf die Einhaltung der Spezifikationen verglichen.

7.3 Mechanische oder sonstige Thermometer

Mechanische oder sonstige Thermometer müssen *alle zwei Jahre* mit Hilfe einer *vergleichenden Messung* mit einem der oben aufgeführten Referenzmittel oder einem bereits kalibrierten Temperaturmessgerät und mit einer vergleichenden Messung je nach Anwendung bei einem oder zwei verschiedenen Temperaturen analog dem Vorgehen bei einem Flüssigkeitsglasthermometer kalibriert werden.

Nach Erreichen konstanter Messwerte wird die Temperatur des Messnormals und des zu prüfenden Thermometers in Intervallen von ca. 1 - 30 Minuten abgelesen und aufgezeichnet. Es werden 3 Messungen vorgenommen. Die Temperaturdifferenz der beiden Aufzeichnungen wird auf die Einhaltung der Spezifikationen verglichen.

7.4 Feuchtemessgeräte

Feuchtemessgeräte werden *jährlich* durch den Hersteller, eine externe Kalibrierstelle oder mit einem der oben aufgeführten Messnormale gemäß den Anweisungen des Herstellers und des Kalibriermittels kalibriert. Kürzere Intervalle sind zulässig. Stark belastete Feuchtefühler können bei Bedarf in kürzeren Intervallen kalibriert werden. Die Messungen, Aufzeichnungen und Auswertung erfolgen sinngemäß wie bei den Temperaturmessgeräten.

8 System Suitability Test: Sichtkontrolle auf Defekt

Für Temperatur- und Feuchtemessgeräte wird *vor Gebrauch eine Sichtkontrolle auf einen Defekt* ausgeführt. Diese Kontrolle entspricht dem System Suitability Test eines Messgerätes.

Die Sichtkontrolle des Thermometers, bei Flüssigkeitsglasthermometern die Kontrolle auf einen Riss der Flüssigkeitssäule („Faden“) oder Bruch der Skala, bei elektrischen Thermometern der Batteriezustand, das Vorhandensein oder die Plausibilität des angezeigten Wertes, sind in jedem Fall vor Gebrauch auszuführen.

Die Sichtkontrolle auf einen Defekt wird (im Gegensatz zu einem SST bei den Aufzeichnungen eines Messgerätes) *nicht eigens dokumentiert*, sondern ist in der Aufzeichnung des verwendeten Messmittels und seiner Messwerte *implizit enthalten*.

9 Spezifikationen von Temperatur- und Feuchtemessgeräten

Die Spezifikationen für Temperatur- und Feuchtemessgeräte mit Datenblättern sind im jeweiligen Geräteordner abgelegt. Für Temperatur- und Feuchtemessgeräte ohne Datenblätter gelten die folgenden Anforderungen:

Typ	Spezifikation	Kontrolle vor Gebrauch
Thermometer nach Pharmakopöe; amtlich geeicht	$\pm 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$	Unversehrtheit des Fadens
Elektrische Messgeräte und Temperaturlogger	$\pm (0,5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 1\%)$	gemäß Geräteanweisung
Digitalthermometer mit Sonde für Temperaturkontrollen	$\pm (0,5 \text{ }^{\circ}\text{C} + 1\%)$	Batterieanzeige; stabile Anzeige beim Bewegen des Kabels
Elektrische Thermometer für Wasserbäder	$\pm (2,0 \text{ }^{\circ}\text{C} + 5\%)$	Stabile Anzeige
Glasthermometer für allgemeinen Gebrauch	$\pm (2,0 \text{ }^{\circ}\text{C} + 5\%)$	Unversehrtheit des Fadens
Infrarotthermometer zur berührungslosen Temperaturmessung von Proben	$\pm (2,0 \text{ }^{\circ}\text{C} + 5\%)$	Batterieanzeige, stabile Anzeige
Alle übrigen Temperaturmessgeräte	$\pm (2,0 \text{ }^{\circ}\text{C} + 5\%)$	Stabile Anzeige
Feuchtemessgeräte ohne Datenblatt	$\pm 3,0 \text{ rF}$ von 20 - 80% rF	Stabile Anzeige

10 Grundlagen, Studien und Risikobetrachtung zu Kalibrierintervallen

Elektrische Thermometer mit einem Fühler des Typs Pt100 nutzen die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstand des Elementes Platin für die Messung der Temperatur. Die Eigenschaften und Genauigkeit von Pt100 Fühlern sind gemäß der Norm EN 60751 normiert. Pt100 Fühler werden gemäß dieser Norm in den Genauigkeitsklassen AA, A und B hergestellt. Fühler gemäß EN 60751 werden vom Hersteller auf ihre Funktion und Spezifikation überprüft und unter Berücksichtigung der Standardabweichung von der Spezifikation selektiert. Pt100 Fühler gemäß EN 60751 müssen daher vom Anwender vor der erstmaligen Verwendung *nicht erneut kalibriert* werden.

Studie zur Notwendigkeit der Erstkalibrierung Pt100 Temperaturfühlern: Eine über mehrere Jahre ausgeführte Studie zur Risikoabschätzung mit rückführbarer Werkskalibrierung von neuen Pt100 Klasse A Temperaturfühlern ergab erwartungsgemäß in keinem einzigen Fall eine Abweichung. Die Studie belegt, dass eine Erstkalibrierung für Pt100 Temperaturfühler Klasse A aufgrund der bereits erfolgten Werksüberprüfung *nicht erforderlich* ist.

Studie zur Langzeitbeobachtung von Pt100 Temperaturfühlern: Eine über mehrere Jahre ausgeführte Studie belegt auch die Langzeitstabilität von Netzwerkthermometern mit Fühlern des Typs Pt100. Die Messwerte dieser elektronischen Temperaturmessgeräte blieben über den Betrachtungszeitraum ebenfalls unverändert konstant innerhalb der Spezifikationen. *Eine jährlich wiederkehrende Prüfung dieser Messmittel ist daher ebenfalls nicht weiter erforderlich.*

Das *Kalibrierintervall* wird aufgrund dieser Ergebnisse und Risikoabschätzungen daher für alle *elektrischen Temperaturmessgeräte* auf *5 Jahre* festgelegt.

11 Berechnungsbeispiele zu Messunsicherheiten und Spezifikationen

Die Spezifikationen der meisten Temperatur- und Feuchtemessgeräte inklusive Messnormale sind abhängig von der Zieltemperatur bzw. Arbeitspunkt. Die Spezifikation für die Kalibrierung

ergibt sich generell aus der Summe der maximalen Messunsicherheiten der Messkette und der ermittelten Abweichung der kalibrierten Referenz, berechnet auf die Zieltemperatur. Beispiele:

Temperatur T

Referenz - Thermoguard Kalibrierset CSTx mit Werkskalibrierung 0,15 °C gemäß Zertifikat

SC1e mit NTC 10k - Fühler und Messgerät ($0,3 \text{ °C} + 0,051 * |T|$) gemeinsam gemäß Datenblatt
- Messunsicherheit der Kalibrierung der Referenz (0,15 °C) gem. Zertifikat
- berechnet auf den Arbeitspunkt des Kühlschranks von $|T| = 5 \text{ °C}$
- gerundet auf die Nachkommastellen der Auflösung des Messgerätes von 0,1

Rechnung: $[(0,3 + 0,051 * 5) + 0,15] \text{ °C} = \mathbf{0,7 \text{ °C}}$ für einen **SC1e mit NTC 10k Fühler**

SC1e mit Pt100 - des Messgerätes ($0,15 \text{ °C} + 0,002 * |T|$) gemäß Datenblatt für einen SC1e
- des Temperaturfühlers ($0,15 \text{ °C} + 0,002 * |T|$) der Klasse A gemäß DIN 60751
- der Messunsicherheit der Kalibrierung der Referenz (0,15 °C) gem. Zertifikat
- berechnet auf den Arbeitspunkt von $|T| = 5 \text{ °C}$
- gerundet auf die Nachkommastellen der Auflösung des Messgerätes von 0,1

Rechnung: $[(0,15 + 0,002 * 5) + (0,15 + 0,002 * 5) + 0,15] \text{ °C} = \mathbf{0,5 \text{ °C}}$ für einen **SC1e**

SC8e mit Pt100 - des Messgerätes ($0,26 \text{ °C} + 0,003 * |T|$) gemäß Datenblatt für einen SC8e
- des Temperaturfühlers ($0,15 \text{ °C} + 0,002 * |T|$) der Klasse A gemäß DIN 60751
- der Messunsicherheit der Kalibrierung der Referenz (0,15 °C) gem. Zertifikat
- berechnet auf den Arbeitspunkt von $|T| = 5 \text{ °C}$
- gerundet auf die Nachkommastellen der Auflösung des Messgerätes von 0,1

Rechnung: $[(0,26 + 0,003 * 5) + (0,15 + 0,002 * 5) + 0,15] \text{ °C} = \mathbf{0,6 \text{ °C}}$ für einen **SC8e**

"Beurteilung: Die Differenz der vergleichenden Messungen liegt innerhalb der berechneten Spezifikation für die Kalibrierung."

Relative Feuchte rF

Referenz 1: Vergleichende Messung mit kalibriertem Feuchtefühler

Thermoguard Kalibrierset CSTx mit kombiniertem Temperatur- und Feuchtefühler HYTELOG. Messunsicherheit $\pm 2 \text{ %rF}$ im Bereich von 10 % bis 90 %rF gemäß Datenblatt und Werkskalibrierzertifikat Hygrosens/B+B.

Rechnung: $[2 \% + 2 \%] = \mathbf{4 \text{ %rF}}$ maximale Abweichung für einen **Thermoguard Feuchtefühler**

"Beurteilung: Die Differenz der vergleichenden Messungen liegt innerhalb der berechneten Spezifikation für die Kalibrierung."

Referenz 2: Absolutmessung mit Primärreferenz

Hygrosens/B+B Feuchte-Referenzzellen. *Nicht weiter rückführbare Primärreferenz.* Messunsicherheit $\pm 1 \text{ %rF}$.

Rechnung: $[2 \% + 1 \%] = \mathbf{3 \text{ %rF}}$ maximale Abweichung für einen **Thermoguard Feuchtefühler**

Hysterese

Hysterese bei Feuchtefühlern: $\pm 1 \%rF$ gemäß Datenblatt Sensirion.

Bei einer Kalibrierung der Feuchte ist stets mit einer erhöhten Messunsicherheit aufgrund der Hysterese des Fühlers zu rechnen. Ein vorher/nachher Vergleich des mit einer Feuchte-Referenzzelle kalibrierten Feuchtefühlers mit einem Vergleichsfühler kann eine Abweichung von $\pm 1 \%rF$ aufweisen.

"Beurteilung: Die Abweichung der Messung vom Sollwert der Primärreferenz liegt innerhalb der berechneten Spezifikation für die Kalibrierung."

12 Anhang

Zur Aufzeichnung und Auswertung von Messungen zur Kalibrierung sowie Beurteilung für die Freigabe des Gerätes für den vorgesehenen Verwendungszweck kann das Formular im Anhang verwendet werden. Andere Formulare oder Kalibrierberichte können ebenso verwendet werden.

Anhang 01: Kalibrierung von Temperatur- und Feuchtemessgeräten

13 Historie

Version	Änderungen	Gültig ab:
001	Erste Version	01.02.2010
002	Spezifikation Datenlogger auf 0,5 °C gemäß Herstellerangaben angepasst.	01.03.2010
003	Ergänzung im Kapitel 7: In Geräten oder Einrichtungen fest installierte Temperatur- und Feuchtemessgeräte werden mit diesen Geräten oder Einrichtungen qualifiziert.	01.05.2010
004	Ergänzung in Kapitel 6. Bei Kalibrierung eines Gerätes wird eine Kopie des Kalibrierzertifikates des Messnormals mit der Kalibrierung abgelegt.	01.06.2010
005	Ergänzung Anhang 01: „Kalibrierung von elektrischen Temperaturmessgeräten“	19.09.2014
006	Ergänzung im Anhang 01: Kopie des Werkszertifikats des Kalibriergeräts beigelegt.	23.10.2014
007	Verweise auf Datenblätter, Wahl der Kalibrierpunkte und Berechnungsbeispiele für Messunsicherheiten eingefügt. Historie eingefügt. Anhang 1: Keine festen Zeitintervalle für Kalibrierung.	08.04.2015
008	Literatur um DAkkS Richtlinie ergänzt. Details zur Feuchtekalibrierung ergänzt	06.10.2015
009	Formulierung zu Ein- oder Mehrpunktkalibrierung in Kapitel 7.2 korrigiert. Anzahl Wiederholmessungen von 5 auf 3 reduziert. Korrektur der Datenblattangaben in Kapitel 11.	20.09.2017

Kalibrier- und Freigabeprotokoll

Gerätenummer _____ Letzte Kalibrierung _____

Messunsicherheit (U₁) _____

Gerätenummer _____ Referenz _____

Referenz _____
Kalibrierunsicherheit (U₂) _____

(Messunsicherheit Gerät oder Messkette) + (Kalibrierabweichung Referenz) = maximale Temperaturabweichung

$U_1 + U_2 = \Delta T_{max}$

- Kopien des Kalibrierzertifikats der Referenz sowie Datenblätter des Gerätes angehängt

Ablauf der Kalibrierung

Das Geräte und die Referenz werden in thermischen Kontakt gebracht. Wenn eine konstante Temperatur erreicht ist, beginnt die Aufzeichnung.

Messung	Uhrzeit/Datum	Gerät (°C)	Referenz (°C)	Differenz (°C)
1				
2				
3				

Alternativ: Ausdrücke oder Screenshots angehängt

Beurteilung

- Die Ergebnisse der Kalibrierung erfüllen die Anforderungen. Das Gerät wird für den vorgesehenen Verwendungszweck freigegeben.
- Die Ergebnisse der Kalibrierung erfüllen nicht die Anforderungen. Das Gerät wird für den vorgesehenen Verwendungszweck nicht freigegeben.

Geräteverantwortlicher:

Kontrolle/
Freigabe QA:

Ablage: Geräteordner