

Physikalisch- Technische Bundesanstalt



Expertenbericht DKD-E 5-3

Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen

Ausgabe 02/2026

<https://doi.org/10.7795/550.20260206>

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	2 / 47



Deutscher Kalibrierdienst (DKD)

Im DKD sind Kalibrierlaboratorien von Industrieunternehmen, Forschungsinstituten, technischen Behörden, Überwachungs- und Prüfinstitutionen seit der Gründung 1977 zusammengeschlossen. Am 03. Mai 2011 erfolgte die Neugründung des DKD als *technisches Gremium* der PTB und der akkreditierten Laboratorien.

Dieses Gremium trägt die Bezeichnung Deutscher Kalibrierdienst (DKD) und steht unter der Leitung der PTB. Die vom DKD erarbeiteten Richtlinien und Leitfäden stellen den Stand der Technik auf dem jeweiligen technischen Fachgebiet dar und stehen der Deutschen Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) für die Akkreditierung von Kalibrierlaboratorien zur Verfügung.

Die akkreditierten Kalibrierlaboratorien werden von der DAkkS als Rechtsnachfolgerin des DKD akkreditiert und überwacht. Sie führen Kalibrierungen von Messgeräten und Maßverkörperungen für die bei der Akkreditierung festgelegten Messgrößen und Messbereiche durch. Die von ihnen ausgestellten Kalibrierscheine sind ein Nachweis für die Rückführung auf nationale Normale, wie sie von der Normenfamilie DIN EN ISO 9000 und der DIN EN ISO/IEC 17025 gefordert wird.

Kontakt:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)

DKD-Geschäftsstelle

Bundesallee 100 38116 Braunschweig

Postfach 33 45 38023 Braunschweig

Telefon Sekretariat: (05 31) 5 92-8021

Internet: www.dkd.eu

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	3 / 47

Zitiervorschlag für die Quellenangabe:

Expertenbericht DKD-E 5-3 Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen, Ausgabe 02/2026, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. DOI: 10.7795/550.20260206

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt und unterliegt der Creative Commons Nutzerlizenz CC by-nc-nd 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>). In diesem Zusammenhang bedeutet „nicht-kommerziell“ (NC), dass das Werk nicht zum Zwecke der Einnahmenerzielung verbreitet oder öffentlich zugänglich gemacht werden darf. Eine Nutzung seiner Inhalte für die gewerbliche Verwendung in Laboratorien ist ausdrücklich erlaubt.



Autoren:

Dr. Lars Bünger, PTB, Berlin

Dr. Regina Deschermeier, PTB, Braunschweig

Dr. Michael Melzer, BAM, Berlin

Jens Schüür, ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH, Königslutter am Elm

Dr. Oliver Wroblowski, PTB, Berlin

Herausgegeben von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) für den Deutschen Kalibrierdienst (DKD) als Ergebnis der Zusammenarbeit der PTB mit dem Fachausschuss Temperatur und Feuchte des DKD.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	4 / 47

Vorwort

DKD-Expertenberichte verfolgen das Ziel, Hintergrundinformationen und Hinweise zu geben, die im Zusammenhang mit anderen DKD-Dokumenten stehen, wie z. B. den DKD-Richtlinien, jedoch z. T. weit darüber hinausgehen. Sie ersetzen die originären DKD-Dokumente nicht, geben jedoch zahlreiche wissenswerte Zusatzinformationen. In den Expertenberichten wird nicht notwendigerweise in allen Details die Sichtweise des Vorstands oder der Fachausschüsse des DKD wiedergegeben.

Die DKD-Expertenberichte sollen wesentliche Aspekte aus dem Bereich des Kalibrierwesens darstellen und durch die Publikation im Rahmen des DKD der großen Gemeinschaft der Kalibrierlaboratorien national und international zugänglich gemacht werden.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206	DKD-E 5-3	
		Ausgabe:	02/2026
		Revision:	0
		Seite:	5 / 47

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
2	Namespaces.....	8
3	Allgemeine Punkte.....	8
3.1	Darstellung der Messergebnisse	8
3.2	Skalen	11
3.2.1	Temperaturskalen im Detail.....	11
3.2.2	Definitionen der relativen Feuchte.....	12
3.3	Kalibriergegenstand	12
3.4	Umgebungsbedingungen in Kalibrierscheinen	13
3.5	Angabe des Kalibriermediums	14
3.6	Darstellung von beiden Messgrößen in einem Kalibrierschein	17
4	Widerstandsthermometer nach DKD-R 5-1.....	17
4.1	Kalibriergegenstand	17
4.2	Kalibrierverfahren	18
4.3	Temperiereinrichtung und Eintauchtiefe.....	18
4.4	Allgemeine Inhalte in Administrative Data.....	19
4.4.1	Beschreibung der Kalibriergegenstände.....	19
4.4.2	Statements	20
4.5	Inhalte im Ergebnisbereich Measurement Results.....	20
4.5.1	Eingangswert.....	22
4.5.2	Isolationswiderstand.....	23
4.5.3	Anzeigewerte und konvertierte Temperaturwerte bei Fühlerkalibrierung	23
4.5.4	Eigenerwärmung und Messstromstärke	23
4.5.5	Hysterese	26
4.5.6	Zeitstempel	27
4.5.7	Aussagen zur Konformität eines Messmittels.....	28
5	Thermoelemente und Thermoelementthermometer nach DKD-R 5-3	28
6	Temperatur-Blockkalibratoren DKD-R 5-5.....	28
7	Klimaschränke nach DKD-R 5-7	28
8	Messgeräte zur Erfassung der relativen Feuchte nach DKD-R 5-8.....	29
8.1	Kalibriergegenstand	29

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206	DKD-E 5-3	
		Ausgabe:	02/2026
		Revision:	0
		Seite:	6 / 47

8.2	Kalibrierverfahren	29
8.3	Allgemeine Inhalte im Administrative Data Bereich	30
8.3.1	Beschreibung der Kalibriergegenstände - <dcc:items>	30
8.3.2	Statements	30
8.4	Inhalte im Ergebnisbereich - <dcc:measurementResults>	30
8.4.1	Angabe des Vorbehandlungsprozesses	31
8.4.2	Angabe des Kalibrierverfahrens und -ablaufs.....	31
8.4.3	Angabe der Messreihenfolge	33
8.4.4	Angabe des Einbauzustandes.....	33
8.4.5	Hysterese.....	34
8.4.6	Angabe der Kalibrierergebnisse inklusive der Gastemperatur	35
8.4.7	Angabe des Sättigungszustands.....	40
8.4.8	Kalibriermedium.....	40
8.4.9	Anströmgeschwindigkeit.....	41
8.4.10	Angleichzeit.....	41
8.5	Weitere Bemerkungen/Festlegungen.....	42
8.5.1	Angabe der Abdeckung durch eingetragene Kalibrier- und Messmöglichkeit.....	42
8.5.2	Aussagen zur Konformität eines Messmittels.....	43
8.5.3	Liste aller Community spezifischen RefTypes	43
9	Messgeräte zur Bestimmung der absoluten Feuchte	44
10	Strahlungsthermometer	44
11	Oberflächen-Thermometer	44
12	Mechanische Thermometer	44
13	Angabe von Interpolationsfunktionen und deren Koeffizienten im DCC.....	44
14	Fixpunkte für die Darstellung und Weitergabe der Größe Temperatur.....	45
15	Literaturverzeichnis.....	45
	Anhang A.....	46
	Anhang B.....	46

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	7 / 47

1 Einleitung

Das DCC-Schema ist eine generische Vorlage für digitale Kalibrierscheine für alle Messgrößen im XML-Format (**Extensible Markup Language**). Eine maschinen-interpretierbare Umsetzung benötigt weitergehende, fachspezifische Festlegungen für die konkrete Einbindung spezifischer Informationen. Um diese zu entwickeln, ist im DKD-Fachausschuss Temperatur und Feuchte eine Expertengruppe gebildet worden, die das vorliegende Dokument als Ergebnis erstellt hat.

Im Folgenden werden die Inhalte für den digitalen Kalibrierschein für thermodynamische Messgrößen erläutert. Die verpflichtenden allgemeinen Angaben wie z. B. Angabe von Kalibrierlaboratorium, Kunde oder auch Kalibrierdatum werden in [1] beschrieben. Anpassungen an die vom Labor zu berichtenden Werte sind generell notwendig. Die Anwendung der hier beschriebenen Festlegungen auf ähnliche Kalibriergegenstände ist in vielen Fällen problemlos und sinngemäß möglich.

Das vorliegende Dokument bezieht sich auf die Version 3.3.0 des DCC-Schemas, welche unter <https://ptb.de/dcc/v3.3.0/dcc.xsd> verfügbar ist. Es wird für die Umsetzung empfohlen, sich auf die jeweils neueste Version des Schemas zu beziehen.

Ausgehend von den kontinuierlichen Veränderungen im Bereich digitaler Zertifikate kann dieser Bericht nur den aktuellen Stand der Diskussionen darstellen, was bei jeglicher Bewertung oder Referenzierung berücksichtigt werden sollte. Dies können Änderungen in der Schemadatei oder übergeordnete Festlegungen, wie z. B. abgestimmte refType-Attribute sein. Die restlichen Regelungen behalten unbetroffen davon ihre Gültigkeit.

Wesentliche Änderungen sind in naher Zukunft durch die Einführung der Darstellung der Messgröße <dcc:measurands> zu erwarten. Diese werden derzeit fachbereichsübergreifend im DKD entwickelt und abgestimmt.

Die aktuellen Beispiele berücksichtigen neben den Anforderungen der Richtlinien möglicherweise zusätzlich optionale Elemente. Es ist für eine spätere Revision des Berichts geplant, dass mehrere Beispiele (sowohl mit optionalen Elementen als auch ohne) veröffentlicht werden.

Dieser Bericht beinhaltet zwei XML-Beispiele zur Umsetzung von Anforderungen der zitierten Normen/Richtlinien und stellt keine über die Richtlinien hinausgehenden Anforderungen auf.

Die Beispiele verweisen mit dem in Abbildung 1 gezeigten Text auf diesen Bericht. Dieser Text steht nach den Definitionen und vor dem Element <dcc:administrativeData>.

```

<!--
Suggestion for the citation of sources:
DKD Expert report DKD-E 5-3 Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung
eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen, Appendix B, Edition 02/2026,
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig and Berlin.
DOI: https://doi.org/10.7795/550.20260206B

This DCC is part of the
DKD expert report DKD-E 5-3 Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung
eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen, Edition 02/2026,
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig and Berlin.
DOI: https://doi.org/10.7795/550.20260206B

This is NOT a real calibration certificate!
-->

```

Abbildung 1: Vorschlag des Verweises auf diesen Expertenberichts in den XML-Beispielen

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	8 / 47

2 Namespaces

Zur harmonisierten Dokumentation von Kalibrierergebnissen werden drei Arten von Namensräumen (im Folgenden: Namespaces) verwendet, die es zu unterscheiden gilt:

1. Namespaces im XML (z. B. den Namespace DCC in *dcc:Tag*): Diese sind im DCC-Schema definiert. Dieser Bericht führt keine neuen Elemente ein, daher sei hier auf [1] verwiesen.
2. Namespace für *refTypes*: Mit den Namespaces „*temperature*“ und „*humidity*“, die in den folgenden Kapiteln erläutert werden und die fachübergreifenden Namespaces (z. B. *basic*) ergänzen.
3. Namespace „*thermoDynamic*“ für die Dokumentation von Messgrößen. Diese werden mit der Schema-Version 3.4.0 im DCC eingeführt und damit in einer der folgenden Revisionen dieses Dokuments festgelegt.

Alle gültigen Namespaces und (refType-)Bezeichner (sowohl allgemeine als auch fachspezifische) sind zur besseren Referenzierung und dynamischen Erweiterung auch in der öffentlich zugänglichen TemaTres-Datenbank aufgeführt [2]. Lesenden wird empfohlen, die Einträge in dieser Datenbank zu konsultieren, da dort die aktuelle Liste aller refType-Bezeichner mit ihrer jeweiligen Bedeutung (Semantik) verfügbar ist.

3 Allgemeine Punkte

Im Folgenden werden allgemeine Punkte beschrieben, die für beide Messgrößen, Temperatur und Feuchte, relevant sind.

3.1 Darstellung der Messergebnisse

Quantitative Informationen, insbesondere Messergebnisse, werden laut DCC-Schema in *<dcc:quantity>*-Elementen angegeben. Für die maschineninterpretierbare Darstellung der Größenwerte, Einheiten und Unsicherheiten wird in den darunterliegenden Strukturen auf das *digitale SI* im XML-Namespace *si* zurückgegriffen [3], welches in das DCC-Schema fest eingebunden ist. Einerseits gibt es ein Paradigma für maschinenlesbare metrologische Daten, wonach diese möglichst in Form von SI-Basiseinheiten (demnach *Kelvin* für Temperaturen; d. h. *<si:unit>\kelvin*) hinterlegt werden sollen, da dies deren Interoperabilität erleichtert. Andererseits ist auch eine Angabe in *Grad Celsius* (d. h. *<si:unit>\degrecelsius*) sinnvoll, insbesondere wenn es sich um Anzeigewerte handelt oder eine direkte Weiterverarbeitung, z. B. in einer Callendar-Van-Dusen-Gleichung, nur mit Werten in °C möglich ist. Das digitale SI ermöglicht die simultane Angabe von Ergebnissen in mehreren Skalen mit Hilfe von *<si:hybrid>*. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Darstellung von Referenzwerten einer Thermometerkalibrierung in Kelvin und Grad Celsius. Die Werte werden dabei getrennt zu ihrer Einheit mit den Elementen *<si:valueXMLList>* und *<si:unitXMLList>* eingefügt. In ähnlicher Weise kann die relative Feuchte sowohl in der Einheitsnummer (d. h. *<si:unit>\one*) als auch in Prozent (*<si:unit>\percent*) unter Verwendung der Struktur *<si:hybrid>* angegeben werden; die empfohlene Darstellung im Rahmen eines DCCs wird in Kapitel 8.4.6 näher erläutert. Eine Messreihe wird direkt als sog. *<si:valueXMLList>* unter einem einzelnen Element *<dcc:quantity>* abgelegt.


```

<dcc:quantity refType="basic_referenceValue temperature ITS-90">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Referenzwertwerte</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Reference values</dcc:content>
  </dcc:name>
  <si:hybrid>
    <si:realListXMLList>
      <si:valueXMLList>273.11 283.11 293.10 303.12</si:valueXMLList>
      <si:unitXMLList>\kelvin</si:unitXMLList>
    </si:realListXMLList>
    <si:realListXMLList>
      <si:valueXMLList>-0.04 9.96 19.95 29.97</si:valueXMLList>
      <si:unitXMLList>\degrecelsius</si:unitXMLList>
    </si:realListXMLList>
  </si:hybrid>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 2: <dcc:quantity>-Element mit der Darstellung von Referenzwerten einer Thermometerkalibrierung in zwei äquivalenten Einheiten.

Bei der Kalibrierung thermodynamischer Messgrößen, kann es vorkommen, dass den Referenzwerten Messwerte in anderen Einheiten gegenübergestellt werden, ohne dass diese wiederum in die Einheiten der Referenzwerte umgerechnet werden. Im Folgenden wird die Darstellung der Kalibrierergebnisse erläutert, die mit unterschiedlichen Einheiten in den abhängigen und unabhängigen Variablen dokumentiert wird. Bei diesen kann keine Abweichung (als Differenz zwischen Referenz- und Messwert) angegeben werden.

Die exemplarische Ergebnistabelle eines Temperaturtransmitters (Kennlinie unbekannt; die Ausgangswerte können vom Labor nicht in eine Temperatur zurückgerechnet werden) wird üblicherweise mit absoluten Messunsicherheiten angegeben und entsprechend Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Darstellung von Kalibrierergebnissen mit unterschiedlichen Einheiten für Referenzwert und Messwert.

Referenz in °C	Anzeigewert in V	Abweichung in mK	Messunsicherheit in mK
0,000	0,1234	NaN	12
5,000	0,5643	NaN	23

Die Darstellung im DCC erfolgt gemäß Abbildung 3 mit folgenden refTypes:

- Referenz / Temperatur (hybrid): basic_referenceValue
- Anzeigewert / elektrisches Signal (Volt): basic_indicationValue
- Abweichung / Temperatur (Kelvin oder °C): basic_measurementError; Es wurde keine Abweichung ermittelt, daher wird diese fehlende Angabe durch NaN (steht für *not a number*) ersetzt, um die Einheit für die Messunsicherheit hinterlegen zu können.

- Erweiterte Messunsicherheit ($k=2$) als Unterelement <si:standardMUXMLList> der Abweichung. Die Einheit wird implizit aus dem übergeordneten Element übernommen.

```

<dcc:list>
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Kalibrierergebniss</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Result of calibration</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:quantity refType="basic_referenceValue basic_nominalValue">
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Temperatur</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">Temperature</dcc:content>
    </dcc:name>
    <dcc:hybrid>
      <si:realListXMLList>
        <si:valueXMLList>273.15 278.15 </si:valueXMLList>
        <si:unitXMLList>\kelvin</si:unitXMLList>
      </si:realListXMLList>
      <si:realListXMLList>
        <si:valueXMLList>0.00 5.00 </si:valueXMLList>
        <si:unitXMLList>\degreecelsius</si:unitXMLList>
      </si:realListXMLList>
    </dcc:hybrid>
  </dcc:quantity>
  <dcc:quantity refType="basic_indicationValue">
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Anzeigewert</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">indicated value</dcc:content>
    </dcc:name>
    <si:realListXMLList>
      <si:valueXMLList>0.1234 0.5643</si:valueXMLList>
      <si:unitXMLList>\volt</si:unitXMLList>
    </si:realListXMLList>
  </dcc:quantity>
  <dcc:quantity refType="basic_measurementError">
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Messunsicherheit</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">measurement uncertainty</dcc:content>
    </dcc:name>
    <si:realListXMLList>
      <si:valueXMLList>NaN NaN</si:valueXMLList>
      <si:unitXMLList>\kelvin</si:unitXMLList>
      <si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
        <si:expandedMUXXMLList>
          <si:valueExpandedMUXXMLList>0.012 0.023</si:valueExpandedMUXXMLList>
          <si:coverageFactorXMLList>2</si:coverageFactorXMLList>
          <si:coverageProbabilityXMLList>0.95</si:coverageProbabilityXMLList>
          <si:distributionXMLList>normal</si:distributionXMLList>
        </si:expandedMUXXMLList>
      </si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
    </si:realListXMLList>
  </dcc:quantity>
</dcc:list>

```

Abbildung 3: Kalibrierergebnisse mit unterschiedlichen Einheiten in den abhängigen und unabhängigen Variablen im DCC, entsprechend der Tabelle 1.

Als Messwert (Ausgangsgröße des Transmitters) könnte auch eine Stromstärke, ein Widerstand bspw. eines Pt-100, eine Spannung eines Thermoelements, eine Frequenz eines Quarzes oder eine

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	11 / 47

andere physikalische Größe vorliegen. Hierbei wird die Anforderung der ISO/IEC 17025 [4] in Normpunkt 7.8.4.1 erfüllt, da die Messunsicherheit in der gleichen Einheit wie die Messgröße (Temperatur) vorliegt. Sofern zweckmäßig, kann insbesondere bei Temperaturfühlern, die Umrechnung in die Größe Temperatur ausgeführt und als „basic_measurementValue“ zusammen mit der Abweichung und der beigeordneten Messunsicherheit im DCC dokumentiert werden.

Sofern sowohl für die Messgröße (Vorgabe) als auch den Kalibriergegenstand individuelle Beiträge berichtet werden sollen, werden die Messunsicherheiten direkt den <dcc:quantity>-Elementen mit refTypes „basic_referenceValue“ und „basic_indicationValue“ zugeordnet. In diesen Fällen wird kein separates Element für die Abweichung (refType „basic_measurementError“) benötigt.

3.2 Skalen

Um Messgrößen eines Elements <dcc:quantity> interpretieren zu können, ist die verwendete Skala bzw. Skalendefinition, sofern festgelegt, anzugeben.

Historisch bedingt, gibt es hierfür im Bereich der Temperatur verschiedene und teils in Temperaturbereichen überlappende Skalen, welche in Kapitel 3.2.1 beschrieben werden. Der Umgang mit Skalen für die Messgröße relative Feuchte wird in Kapitel 3.2.2 näher beleuchtet.

3.2.1 Temperaturskalen im Detail

Neben der thermodynamischen (absoluten) Temperatur T , welche die physikalisch wahre Temperatur darstellt, gibt es verschiedene Skalenrealisierungen. Da diese teilweise auf das Kelvin zurückgreifen, genügt die Einheit allein nicht um die verwendete Skala zu definieren. Diese Skalen, wie beispielsweise die Internationale Temperaturskala von 1990 (ITS-90) repräsentieren eine sehr gute Näherung der thermodynamischen Temperatur, welche wiederum direkt mit der mittleren thermischen Energie der Teilchen über die Boltzmann-Konstante k_B verknüpft ist. Die Abweichung zwischen der ITS-90 und der thermodynamischen Temperatur sind sehr gut bekannt, sodass von der einen in die andere Repräsentation des Kelvins umgerechnet werden kann [5], [6]. Ob eine Umrechnung notwendig oder sinnvoll ist, hängt im Wesentlichen von den Genauigkeitsanforderungen der Messaufgabe ab. Durch die Neudefinition der SI-Einheiten und der „Mise en Pratique“ des Kelvins erhalten zudem zunehmend thermodynamische Verfahren eine steigende Bedeutung [7], [8].

Diese Gründe machen es unabdingbar, dass in den Kalibrierscheinen eindeutig die zugrundeliegende Temperaturskala genannt und die Größe T mit einem entsprechenden Index versehen wird (beispielsweise: T_{90} für eine Temperatur der ITS-90). Dies gilt insbesondere auch im DCC, um eine Maschineninterpretation der Werte einerseits zu ermöglichen und andererseits auch langfristig zu gewährleisten (beispielsweise bei einer neuen ITS-XX).

Um diese Information innerhalb eines DCC und in einem maschinenlesbaren Format bereitzustellen, werden die folgenden speziellen refTypes festgelegt:

- „temperature_temperatureThermodynamic“
- „temperature ITS-90“
- „temperature PLTS-2000“
- „temperature IPTS-68“

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	12 / 47

Wenn in Bezug auf die Temperatur keine Temperaturskala angegeben ist, z. B. in den Angaben zu den Umgebungsbedingungen (siehe Kapitel 3.4), ist standardmäßig die Temperaturskala ITS-90 anzunehmen [3]. Aus Gründen der Klarheit wird jedoch dringend empfohlen, in allen Fällen die zugrundeliegende Temperaturskala anzugeben und sich nicht auf die angenommene Standardtemperaturskala zu verlassen. Die Verwendung der hier aufgeführten refTypes macht die Skalenangabe besonders einfach, in Abbildung 2 ist deren Verwendung dargestellt. Der fachspezifische refType „temperature ITS-90“ wird hier in Kombination mit dem allgemeinen refType „basic_referenceValue“ verwendet. Da letzterer in erster Linie dazu dient, die Referenzwerte im DCC zu identifizieren und zu adressieren, liefert der refType für die ITS-90 lediglich die zusätzliche Information über die verwendete Temperaturskala. Temperaturdifferenzen, z. B. Abweichungen, können sowohl in Kelvin als auch in °C angegeben werden. Hierbei bedarf es keiner expliziten Skalenangabe mittels refType. Ebenso kann bei Abweichungen auf die Angabe verschiedener Einheiten in einer <si:hybrid>-Struktur verzichtet werden.

Aufgrund einer geringen Auflösung ergibt sich in einigen Situationen bei der Umrechnung zwischen Kelvin und °C-Angaben eine zusätzliche Nachkommastelle.

3.2.2 Definitionen der relativen Feuchte

Für die Messgröße relative Feuchte ist derzeit keine Angabe einer Skala üblich. Da die Messgröße aber in vielen verschiedenen Anwendungsbereichen verwendet wird, gibt es hier auch verschiedene Definitionen in der Literatur. Im Rahmen des Expertenberichtes wird nur die Definition nach der DKD-R 5-8 [9] betrachtet.

Prinzipiell ist es denkbar, analog zur Definition einer Skala wie in der Temperatur, auch ein System der Kennzeichnung der unterschiedlichen Definitionen der relativen Feuchte einzuführen, z. B.

- WMO-Definition der relativen Feuchte
- Technische Definition der relativen Feuchte
- Definition nach DKD-R 5-8

Das System ist auch offen für Neudefinitionen der relativen Feuchte, z. B. auf Basis von Fugazitäten wie beispielsweise in [10] diskutiert. Da diese Systeme jedoch nicht etabliert sind wie im Bereich der Temperatur, wird von einer Verwendung von Skalen im DCC für die Messgröße relative Feuchte zum aktuellen Zeitpunkt abgesehen. Die Möglichkeiten der Angabe der relativen Feuchte im DCC wird in Kapitel 8.4.6 beschrieben.

3.3 Kalibriergegenstand

Die Benennung und Beschreibung des Kalibriergegenstandes erfolgt im Abschnitt <dcc:items> in den administrativen Daten, entsprechend den hierfür allgemein geltenden Regeln [1]. Für den üblichen Fall, dass der Kalibriergegenstand aus zwei oder mehr Komponenten im Sinne einer Messkette besteht, wird zunächst die Ausgabe- bzw. Anzeigeeinheit der Messwerte angegeben. Das DCC-Schema gibt in diesem Bereich die Möglichkeit (ab Version 3.3.0) einem aufgeführten Kalibriergegenstand mit <dcc:subItems> weitere Komponenten direkt zuzuordnen, um auch komplexere mehrkomponentige Messsysteme mit ihrer entsprechenden Hardwarekonfiguration hinreichend abzubilden. Dies wird auch für die Beschreibung von Messketten genutzt, in dem z. B. ein zugehöriger Temperaturfühler als „subItem“ der Anzeigeeinheit aufgenommen wird. Demzufolge

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	13 / 47

hätte z. B. ein Mehrkanallogger mit mehreren Fühlern dann auch entsprechend viele `<dcc:item>`-Einträge in seiner `<dcc:subItems>` Unterstruktur. Wichtig in solchen Fällen ist,

- dass jedes „subItem“ den entsprechenden Kanal, an dem es an dem Logger angeschlossen ist, als `<dcc:itemQuantity>`-Eintrag enthält und
- dass jeder Fühler ein eigenes `id`-Attribut erhält, über das im Ergebnisteil die Messwerte via `refId` eindeutig zugeordnet werden können. Dieses `id`-Attribut kann die eindeutige Benennung des Fühlers (gemäß ISO/IEC 17025:2028-03 7.8.2.1g) tragen. Diese muss allerdings dennoch als `<dcc:identification>` in diesem `<dcc:item>` Eintrag enthalten sein (z. B. mit dem `refType` „basic_marking“).

Im Bereich `<dcc:items>` werden nur Komponenten aufgeführt die tatsächlich zum Kalibriergegenstand gehören, d. h. die in der Regel vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden. Wird z. B. ein einzelner Fühler (ohne Anzeige- oder Erfassungseinheit) kalibriert, so werden die dafür notwendigen Messeinrichtungen, die das Kalibrierlabor nutzt, z. B. Multimeter, nicht hier, sondern im Bereich `<dcc:measuringEquipments>` aufgeführt. Dies gilt auch für andere (physische) Hilfsmittel, die vom Kalibrierlabor gestellt werden, z. B. Kabel, Stecker, Adapter, usw.

3.4 Umgebungsbedingungen in Kalibrierscheinen

Umgebungsbedingungen sind ein wichtiger Einflussfaktor für viele Kalibrierprozesse. Entweder zu Dokumentationszwecken oder als Teil einer Messunsicherheitsanalyse. Temperatur und relative Feuchte sind gängige Eigenschaften, die die Umgebung beschreiben, zum Teil aber auch der Luftdruck und andere Größen. Je nach Messgröße und Verfahren können weitere Eigenschaften hinzukommen. Dies muss bei der Darstellung der Umgebungsbedingungen innerhalb des DCC berücksichtigt werden. Die einzelnen Eigenschaften werden alle als `<dcc:quantity>` innerhalb eines `<dcc:influenceCondition>`-Elements mit einem entsprechenden `refType` ausgedrückt, wie in Abbildung 4 dargestellt. Die übergeordnete `<dcc:influenceCondition>` trägt einen `refType` „basic_ambient“ um zu verdeutlichen, dass es sich hierbei um Umgebungsbedingungen des Labors handelt und um diese ggf. von lokalen Messbedingungen, z. B. denen eines Kalibriermediums, zu unterscheiden.

Die Qualität der zugrunde liegenden Daten kann je nach Anforderungen und Verfahren stark variieren. Das in Abbildung 4 dargestellte Beispiel wird verwendet, wenn keine weiteren Informationen außer einem Minimal- und einem Maximalwert im Sinne eines Intervalls vermittelt werden sollen. Die angegebene Gleichverteilung zusammen mit der erweiterten Unsicherheit und dem Erweiterungsfaktor, der die Quadratwurzel aus 3 ist, bezeichnen die Ober- und Untergrenze dieses Intervalls. Der `<si:value>` stellt den besten Schätzer in der Mitte der Verteilung dar. Dies führt zu der XML-Darstellung dessen, was in analogen Kalibrierscheinen typischerweise als „Umgebungstemperatur: $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ “ (oder ähnlich) zu finden ist. In solchen Fällen, in denen eine Umgebungsbedingung als ein Mittelwert, z. B. aus einer Überwachungsmessung, verfügbar ist, kann dieser Wert als beste Schätzung in `<si:value>` angegeben werden. Wenn weitere Informationen über die Umgebungsbedingungen verfügbar (oder erforderlich) sind, können spezifischere Daten mithilfe der digitalen SI-Infrastruktur [3] bereitgestellt werden, die in das DCC-Schema integriert ist, z. B. Messwert und Unsicherheit.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	14 / 47

```

<dcc:influenceCondition refType="basic_ambient">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Umgebungsbedingungen</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Ambient conditions</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:data>
    <dcc:quantity refType="basic_temperature">
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Umgebungstemperatur</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Environmental temperature</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>23.00</si:value>
        <si:unit>\degreecelsius</si:unit>
        <si:measurementUncertaintyUnivariate>
          <si:expandedMU>
            <si:valueExpandedMU>1.5</si:valueExpandedMU>
            <si:coverageFactor>1.73</si:coverageFactor>
            <si:coverageProbability>1</si:coverageProbability>
            <si:distribution>uniform</si:distribution>
          </si:expandedMU>
        </si:measurementUncertaintyUnivariate>
      </si:real>
    </dcc:quantity>
    <dcc:quantity refType="basic_humidityRelative">
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Umgebungsbedingung relative Luftfeuchte</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Ambient condition relative air humidity</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>37</si:value>
        <si:unit>\percent</si:unit>
        <si:measurementUncertaintyUnivariate>
          <si:expandedMU>
            <si:valueExpandedMU>10</si:valueExpandedMU>
            <si:coverageFactor>1.732</si:coverageFactor>
            <si:coverageProbability>1</si:coverageProbability>
            <si:distribution>uniform</si:distribution>
          </si:expandedMU>
        </si:measurementUncertaintyUnivariate>
      </si:real>
    </dcc:quantity>
  </dcc:data>
</dcc:influenceCondition>

```

Abbildung 4: Angabe von Temperatur und relativer Feuchte als Intervalle für Umgebungsbedingungen der Kalibrierung.

Es wird empfohlen die Darstellung der Umgebungsbedingungen im Allgemeinen nur in einer Einheit, d. h. ohne Verwendung des „Hybrid-Elements“ durchzuführen. Hintergrund ist, dass es v.a. bei Angabe der Umgebungstemperatur mit einer Umrechnung zwischen der Einheit Kelvin und Grad Celsius zu Abweichungen aufgrund der Auflösung der Geräte kommen kann.

3.5 Angabe des Kalibriermediums

Die Angabe des Kalibriermediums ist dann relevant, wenn dieses einen Einfluss auf das erhaltende Kalibrierergebnis oder dessen Messunsicherheit hat. Beispielsweise bei der Kalibrierung

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206	DKD-E 5-3	
		Ausgabe:	02/2026
		Revision:	0
		Seite:	15 / 47

der Feuchte macht es einen Unterschied, ob die Kalibrierung in Luft oder in Kohlendioxid durchgeführt wird. Auch bei der Kalibrierung von Widerstandsthermometern gibt die Angabe über das verwendete Medium in einem Flüssigkeitsbad oder Klimaschrank Aufschluss über Abweichungen zum späteren Einsatzzweck oder für entsprechende Korrekturen in der Unsicherheitsberechnungen.

Die Angabe des Kalibriermediums erfolgt in dem Abschnitt <dcc:measuringEquipments>, der für die zur Kalibrierung verwendeten Materialien vorgesehen ist. Darin wird der entsprechende refType „basic_calibrationMedium“ verwendet. Eine Möglichkeit ist, auf einen Eintrag oder Identifikator in einer öffentlich zugänglichen Liste oder Datenbank via <dcc:equipmentClass> zu verweisen. In Tabelle 2 ist eine solche Liste der gängigsten Kalibriermedien für den Bereich der thermodynamischen Messgrößen enthalten, die zu diesem Zweck verwendet werden kann, so wie in Abbildung 5 beispielhaft für Luft dargestellt. Weitere Möglichkeiten das Kalibriermediums im DCC anzugeben sind im DKD-Expertenbericht für Querschnittsthemen [1], bzw. ebenfalls in [11] beschrieben.

```
<dcc:measuringEquipment id="Medium" refType="basic_calibrationMedium">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Kalibriermedium</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">calibration medium</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:equipmentClass>
    <dcc:reference>DKD-E 5-3:2026-02</dcc:reference>
    <dcc:classID>air</dcc:classID>
    <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20260206</dcc:link>
  </dcc:equipmentClass>
  <dcc:description>
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Luft</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">air</dcc:content>
    </dcc:name>
  </dcc:description>
</dcc:measuringEquipment>
```

Abbildung 5: Maschinenlesbarer Verweis auf einen Eintrag in Tabelle 2 als Angabe des Kalibriermediums

In Fällen, in denen ein Kalibriermedium mit einer bestimmten Materialeigenschaft (z. B. Reinheit, Dichte oder Wärmekapazität) angegeben werden muss, kann dies über <dcc:measuringEquipmentQuantities> (hier nicht dargestellt) im entsprechenden Eintrag ergänzt werden. Im Allgemeinen bleibt die Angabe des verwendeten Kalibriermediums optional, auch für Good-Practice-DCCs. In Ausnahmefällen kann die Angabe obligatorisch sein, z. B. wenn die für die Kalibrierung verwendete Norm die Angabe im Kalibrierzertifikat ausdrücklich vorschreibt.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	16 / 47

Tabelle 2 Exemplarische Auflistung der Benennungen für die Kalibriermedien nach Option 2,

*) relevant für T = Temperatur / F = Feuchte / T+F = Temperatur und Feuchte,

**) Druck, bei der die Kalibrierung durchgeführt wurde, wird an anderer Stelle im DCC angegeben (z. B. unter „influence conditions“),

***) fest, aber Verhalten wie eine Flüssigkeit

Name im DCC	Deutsche Übersetzung	Aggregatzustand	T/F/T+F*)	Erklärung
air	Luft	g	T+F	Komprimierte Umgebungsluft sowie technische Luft, eine genaue Zusammensetzung kann angegeben werden (Option 1 und 3), ist aber nicht verpflichtend. **)
nitrogen_gas	Stickstoff gasförmig	g	T+F	Gasförmiger Stickstoff nicht näher genannter Zusammensetzung, bei Angabe der Zusammensetzung Nutzung von Option 1 und 3
water	Wasser	l	T	nicht näher genannte Zusammensetzung, sofern spezifizierbar Nutzung von Option 1 bzw. 3
alcohol	Alkohol	l	T	nicht näher genannte Zusammensetzung, sofern spezifizierbar Nutzung von Option 1 bzw. 3
oil	Öl	l	T	nicht näher genannte Zusammensetzung, sofern spezifizierbar Nutzung von Option 1 bzw. 3
nitrogen_liquid	Stickstoff flüssig	l	T	flüssiger Stickstoff
Salpeter	Salpeter	l	T	
oxide	Oxide	s / l ***)	T	Kontaktmedium (z. B. Al.-Oxid) oder als Bad-Medium (Fluidised Sand Bath)
salt	Salz	s	T	
metal	Metall	s	T	
Mixtures	Mischungen	l	T	Mischungen aus Flüssigkeiten z. B. Wasser und Ethanol (Frostschutz)

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206	DKD-E 5-3	
		Ausgabe:	02/2026
		Revision:	0
		Seite:	17 / 47

gas	Gas	g	T+F	nicht näher genannte Zusammensetzung, sofern spezifizierbar gemäß dieser Liste oder Nutzung von Option 1 bzw. 3
liquid	Flüssigkeit	l	T	nicht näher genannte Zusammensetzung, sofern spezifizierbar gemäß dieser Liste oder Nutzung von Option 1 bzw. 3
solid	Feststoff	s	T	nicht näher genannte Zusammensetzung, sofern spezifizierbar gemäß dieser Liste oder Nutzung von Option 1 bzw. 3

3.6 Darstellung von beiden Messgrößen in einem Kalibrierschein

Im Bereich der relativen Feuchte ist es in analogen Kalibrierscheinen üblich, dass neben der Messgröße relative Feuchte auch die Temperatur als Messgröße ausgewiesen wird, wenn beispielsweise das ausstellende Labor nach DKD-R 5-8 und DKD-R 5-1 arbeitet.

Aktuell ist die Empfehlung, dass in einem solchen Fall zwei getrennte DCCs erstellt werden. Hintergrund ist, dass die eindeutige Abbildung und damit Zuordnung der Messwerte und Randbedingungen im DCC nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich ist. Dies bezieht sich vor allem auf die anschließende maschinelle Auswertung der Inhalte des DCCs.

4 Widerstandsthermometer nach DKD-R 5-1

Eine weit verbreitete Richtlinie zur Kalibrierung von Widerstandsthermometern im Vergleichsverfahren (auch außerhalb von DAkkS akkreditierten Laboren) ist die DKD-R 5-1 [12], welche jegliche Art von Widerstandsthermometer umfasst. Im Folgenden werden daher schrittweise Beispiele eingeführt, wie eine vollständige Angabe des Kalibriergegenstandes (Kapitel 4.1), des verwendeten Kalibrierverfahrens (Kapitel 4.2) und der Kalibriereinrichtung (Kapitel 4.3) erfolgen kann. Unter Kapitel 4.5 folgen anschließend Beispiele für die Darstellung der Kalibrierergebnisse und deren Ablage in einem <dcc:measurementResults> Element.

4.1 Kalibriergegenstand

Ergänzend zu der Beschreibung in Kapitel 3.3 soll bei Temperaturfühlern neben Hersteller, Modellbezeichnung und eindeutiger Identifikatoren, eine Angabe zur Art des Fühlers enthalten sein. Hierfür steht der refType „temperature_probeType“ zur Verfügung, der in einem <dcc:content>-Element unter <dcc:description> des „Fühleritems“ genutzt wird. Eine Zusammenstellung möglicher Inhalte dieses Elementes ist für die nächste Revision dieses Expertenberichtes geplant. Dieses spezielle <dcc:content refType=“temperature_probeType“> wird ohne das sonst übliche lang-Attribut nur einmalig (je Fühler) aufgeführt, da es sprachübergreifend gilt. Die <dcc:description> kann ergänzend weitere <dcc:content>-Einträge zur weiteren qualitativen Beschreibung des Fühlers tragen, z. B. die Art der Ummantelung. Quantitative Beschreibungen hingegen werden unter

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	18 / 47

<dcc:itemQuantities>, teilweise mit zugehörigen refTypes, aufgeführt, z. B. Länge und Durchmesser („temperature_ProbeDiameter“) des Fühlers, sowie die Länge des Anschlusskabels („temperature_itemCableLength“).

Die maschineninterpretierbare Angabe der Anschlusstechnik (2-, 3-, oder 4-Leitertechnik) wird in Absprache mit der DC/NF DCC-Fachgruppe für elektrische Messgrößen des DKD entworfen und im Anschluss hier ergänzt. Derzeit kann diese Angabe auch als qualitative Angabe in einem <dcc:content>-Element (je Sprache) erfolgen.

4.2 Kalibrierverfahren

Zur Beschreibung der für die Kalibrierung angewendeten Verfahren dienen in der DCC-Architektur die Bereiche <dcc:usedMethods>, die an mehreren Stellen in <dcc:measurementResults> zur Verfügung stehen. Auf oberster Ebene (meist direkt unter <dcc:measurementResult>) wird die verwendete Kalibrierrichtlinie, z. B. die DKD-R 5-1 [12] genannt, die dann „global“ gilt. Details zum entsprechenden Format sind in [1] beschreiben und beispielhaft in Abbildung 9 b) gezeigt. Umfasst das angewendete Verfahren mehrere Richtlinien, Arbeitsanweisungen, Verfahrensanweisungen o. ä., werden entsprechend mehrere <dcc:usedMethod> Elemente angelegt.

Nähere Beschreibungen zu bestimmten Aspekten des angewandten Verfahrens (z. B. wie die Bestimmung der Hysterese durchgeführt wurde oder nach welcher Vorschrift gemessene elektrische Signale in Temperaturwerte konvertiert wurden), werden dann innerhalb der entsprechenden Ergebniseinträge (zumeist <dcc:quantity>, ggf. auch <dcc:list>) hinterlegt, in denen ebenfalls optionale <dcc:usedMethods>-Strukturen bereitgestellt sind.

4.3 Temperiereinrichtung und Eintauchtiefe

Auch wenn es sich bei der genutzten Temperiereinrichtung (z. B. gerührtes Flüssigkeitsbad) zumeist um ein Gerät handelt, das zur Kalibrierung genutzt wird, erfolgt dessen Angabe ebenfalls in der Sektion <dcc:usedMethods>. Zum einen steht hierbei die Methode der Temperaturerzeugung im Vordergrund, zum anderen lassen sich hier bestimmte damit verbundene Parameter direkt als beigeordnete <dcc:usedMethodQuantities> abbilden. Ein bestimmter refType ist für die Temperiereinrichtung vorerst nicht vorgesehen, da die Information über das konkret genutzte Gerät für den DCC-Nutzer kaum einen Mehrwert bietet. Die Einbindung eines Thermostaten in den DCC ist in Abbildung 6 exemplarisch dargestellt. Für den Fall, dass die Referenzmessung direkt in die Temperiereinrichtung integriert ist (z. B. bei Trockenblockkalibratoren) sollte das gesamte Gerät unter <dcc:measuringEquipment refType=“basic_measurementStandardUsed“> aufgeführt werden, da es sich um die Messeinrichtung zur Referenzwertmessung handelt.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	19 / 47

```

<dcc:usedMethod id="thermostat1">
  <dcc:name>
    <dcc:content>Thermostat</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Die Kalibrierung wurde in einem gerührten Flüssigkeitsthermostat durchgeführt.</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">The calibration was carried out in a stirred liquid bath.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <dcc:norm>DKD-R 5-1:2023-11</dcc:norm>
  <dcc:reference>7</dcc:reference>
  <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20231207</dcc:link>
  <dcc:usedMethodQuantities>
    <dcc:usedMethodQuantity refType="temperature_immersionDepth">
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Eintauchtiefe im Flüssigkeitsthermostat (ca.)</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Immersion depth in the stirred liquid bath (about)</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>0.190</si:value>
        <si:unit>\metre</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:usedMethodQuantity>
  </dcc:usedMethodQuantities>
</dcc:usedMethod>

```

Abbildung 6: Angabe der Temperiereinrichtung (Thermostat) mit zugehöriger Eintauchtiefe des Fühlers in DCC.

Ein wichtiger Parameter, der mit der Temperiereinrichtung in Verbindung steht und vom DCC-Nutzer automatisiert weiterverarbeitet werden kann, ist die dafür geltende Eintauchtiefe des Fühlers, die Rückschlüsse auf den Einfluss der Wärmeableitung zulässt. Diese Angabe ist laut DKD-R 5-1 [12] erforderlich und wird mittels `<dcc:usedMethodQuantity refType="temperature_immersionDepth">` unter dem Eintrag der entsprechenden Temperiereinrichtung bereitgestellt. Insbesondere wenn mehrere Temperiereinrichtungen für unterschiedliche Messbereiche bei der Kalibrierung zum Einsatz kommen, ist so die Zuordnung der entsprechenden Eintauchtiefen klar dargestellt.

Für den oben beschriebenen Fall von Temperaturkalibratoren mit integrierter Referenzmessung, sollte die Eintauchtiefe dennoch in einer solchen `<dcc:usedMethodQuantity>` erfolgen und mit einem `refID`-Attribut auf den Kalibrator verweisen. Bei der Angabe mehrerer Temperiereinrichtungen ist jede mit einem `id`-Attribut zu versehen, um sie eindeutig den verwendeten Temperaturstufen bei den Kalibrierergebnissen zuzuordnen. Dieser Fall ist im beigefügten Muster-DCC beispielhaft abgebildet, siehe Anhang A. Auch eine Zuordnung von Kalibriermedien zu den Temperiereinrichtungen ist somit problemlos möglich.

Die Angabe ggf. verwendeter Fixpunktzellen wird in einer zukünftigen Revision dieses Berichtes ergänzt.

4.4 Allgemeine Inhalte in Administrative Data

Im Folgenden werden spezifische und ergänzende Hinweise zu den Angaben nach [1] aufgeführt.

4.4.1 Beschreibung der Kalibriergegenstände

Zusätzliche Angaben zur quantitativen Beschreibung des PRT-Temperaturfühlers können sein:

- Außendurchmesser: `<dcc:itemQuantity refType="temperature_probeDiameter">`
- Länge des Fühlers: `<dcc:itemQuantity>` (ohne `refType`)

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	20 / 47

- Kabellänge: `<dcc:itemQuantity refType="temperature_itemCableLength">`
- Nennwert: `<dcc:itemQuantity refType="basic_nominalValue">`

Siehe dazu [1] bzw. beigefügter Muster siehe Anhang A.

Sollen bestimmte Einstellungen am Datenlogger oder z. B. die Auflösung der Anzeige festgehalten werden, so ist dies ebenfalls als `<dcc:itemQuantity>` des entsprechenden `<dcc:item>`-Eintrags möglich. Geeignete `refTypes` für solche Angaben werden entweder zentral zur Verfügung gestellt [1] oder in Absprache mit dem DCC-Unterausschuss für elektrische Messgrößen entwickelt und in den kommenden Revisionen ergänzt.

4.4.2 Statements

Für die Angabe von Statements sei vor allem auf [1] verwiesen. Sie richtet sich insbesondere auch nach der Art der Kalibrierdienstleistung (z. B. akkreditiert oder nicht). Eine Angabe des kalibrierten Messbereiches, entsprechend des `refTypes` „basic_calibratedInterval“ [2] ist, wie für alle kontinuierlich messenden Messmittel die Punktweise kalibriert werden, empfohlen, auch wenn dieser Bereich in aller Regel durch die kleinste und größte Kalibriertemperatur definiert wird.

4.5 Inhalte im Ergebnisbereich Measurement Results

In einem für Menschen lesbaren Format eines Kalibrierscheins für Temperaturmessgrößen werden die wichtigsten Ergebnisse in der Regel in einer einzigen Tabelle dargestellt, die die Referenz- und Mess-/Anzeigewerte, gegebenenfalls deren Abweichungen und die erweiterten Messunsicherheiten enthält. In einigen Fällen sind weitere Spalten erforderlich, um z. B. eine Konformitätsbewertung einzubeziehen oder Einflussgrößen zuzuweisen. Weitere Angaben, z. B. zur Eigenerwärmung und Hysterese des zu Kalibriergegenstandes, werden in der Regel separat bereitgestellt. In einem DCC wird dieses Grundgerüst im Abschnitt `<dcc:results>` mittels einer `<dcc:list>`-Struktur, die für jede der erforderlichen Spalten ein `<dcc:quantity>`-Element enthält, nachempfunden. Grundsätzlich kann `<dcc:quantity>` selbst eine Reihe von Werten (und weiteren Informationen) über XMLList-Type-D-SI-Elemente [3] enthalten, die eine Tabellenspalte darstellen. Ähnlich wie beim analogen Kalibrierschein sind Angaben zu Eigenerwärmung und Hysterese nicht in dieser Liste enthalten, sondern werden in separaten `<dcc:quantity>`-Elementen angegeben (weitere Einzelheiten dazu siehe Kapitel 4.5.4 und 4.5.5).

Die grundlegende Datenstruktur des DCC-Abschnitts, der die Kalibrierergebnisse eines Widerstandsthermometers mit direkter Temperaturanzeige enthält, ist in Abbildung 6 inklusive der zu verwendenden `refTypes` schematisch dargestellt. Die zentrale `<dcc:list>`-Struktur enthält die wichtigsten Ergebnisse, bestehend aus drei `<dcc:quantity>`-Elementen. Diese werden über Grundlegende `basic_refTypes` voneinander unterschieden und sind somit durch einen Algorithmus einzeln adressierbar. Es werden, wie bereits in Abschnitt 3.1 beschrieben, die gemessenen Referenzwerte (`refType` „basic_referenceValue“) und die durch den Kalibriergegenstand angezeigten Werte (`refType` „basic_measuredValue“) in den Einheiten K und °C unter Verwendung einer `<dcc:hybrid>`-Struktur angegeben. Die Abweichungen (`refType` „basic_measurementError“) als Differenz zwischen den beiden vorgenannten Temperaturen erfolgt in der Einheit Kelvin oder °C. Es ist keine `<dcc:hybrid>`-Struktur im dritten `<dcc:quantity>`-Element erforderlich. Soll zwischen avisierten Referenzwerten und tatsächlich während der Kalibrierung erreichten unterschieden werden, so kann noch ein zusätzliches `<dcc:quantity>`-Element mit dem `refType` „basic_setPointValue“ eingefügt werden.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	22 / 47

Strukturen finden sich im Expertenbericht DKD-E 0-3 [1] im Rahmen von Good Practice Beispielen.

4.5.1 Eingangswert

Der Eingangswert eines Widerstandsthermometers wird vor der Kalibrierung (und auch vor einer ggf. durchzuführenden Wärmebehandlung) gemessen und ist laut DKD-R 5-1 [12] im Kalibrierschein anzugeben. Er wird durch den Widerstand bei 0 °C (üblicherweise am Eispunkt oder am Wassertripelpunkt) repräsentiert. Analog wird bei direktanzeigenden Thermometern der Anzeigewert genutzt. Der Eingangswert dient vorrangig zur Beurteilung der Langzeitstabilität (bei Kenntnis der Historie) und der allgemeinen Kalibrierfähigkeit des Fühlers. Der Eingangswert kann zusammen mit der Abschlussmessung (als Ausgangswert) zur Beurteilung der Stabilität genutzt werden.

Wie bereits im vorherigen Abschnitt beschrieben, wird der Eingangswert in einem separaten <dcc:result>-Block mittels <dcc:quantity refType=„temperature_inputValue“> angegeben. Die Form dieses Elementes ist in Abbildung 8 beispielhaft wiedergegeben. Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, sollte es ein <dcc:usedMethods> Element enthalten in dem z. B. beschrieben ist, wie der Eingangswert bestimmt wurde. Falls nötig können hier auch verwendete Messmittel (<dcc:measuringEquipments>) oder abweichende Messbedingungen (<dcc:influenceConditions>) angegeben werden. Gemäß den Regelungen für den refType „basic_metrologicallyTraceableToSI“, sollte auch eine Aussage zur Rückführbarkeit des Eingangswertes in <dcc:measurementMetaData> enthalten sein.

```

<dcc:quantity refType="temperature_inputValue">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Eingangswert</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Input value</dcc:content>
  </dcc:name>
  <si:real>
    <si:value>100.0246</si:value>
    <si:unit>\ohm</si:unit>
  </si:real>
  <dcc:usedMethods>
    <dcc:usedMethod>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Bestimmung des Eingangswertes</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Determination of the inputValue</dcc:content>
      </dcc:name>
      <dcc:description>
        <dcc:content lang="de">Als Eingangswert wurde der Fühlerwiderstand am Eispunkt gemessen.</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">As input value, the resistance of the probe was measured at the ice point.</dcc:content>
      </dcc:description>
      <dcc:norm>DKD-R 5-1:2023-11</dcc:norm>
      <dcc:reference>6</dcc:reference>
      <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20231207</dcc:link>
    </dcc:usedMethod>
  </dcc:usedMethods>
  <dcc:measurementMetaData>
    <dcc:metaData refId="traceable">
      <dcc:valid>false</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
  </dcc:measurementMetaData>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 8: Angabe des Eingangswertes eines Thermometerwiderstandes im DCC, inkl. Methodenbeschreibung und Aussage zur metrologischen Rückführbarkeit.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	23 / 47

4.5.2 Isolationswiderstand

Bei der Angabe bzgl. des gemessenen Isolationswiderstandes besteht im aktuellen DCC-Schema die Limitierung, dass Werte in D-SI Darstellung nicht mit einer „kleiner als“ bzw. „größer als“ Angabe versehen werden können [3]. Die Überprüfung des Isolationswiderstandes findet allerdings häufig nur bzgl. einer unteren Grenze, d. h. einer Überprüfung des mindestens vorliegenden Isolationswiderstandes, statt. Die aktuelle Empfehlung für die Angabe im DCC ist daher, dass ggf. diese untere Grenze als `<si:valueXMLList>` abgelegt wird und die entsprechende `<dcc:quantity>` mit dem `refType` „temperature_insulationResistance“ versehen wird, der anzeigt, dass die Quantity den Isolationswiderstand enthält. Nach der DKD-R 5-1 [12] wird die Überprüfung sowohl bei der niedrigsten als auch bei der höchsten Kalibriertemperatur gefordert, insofern dies technisch möglich ist. Daher sind im beigefügten Beispiel zwei Werte im `<si:valueXMLList>`-Element abgelegt. Dies ist eine vorübergehende Lösung, die in einer kommenden Revision weiter ausformuliert wird.

4.5.3 Anzeigewerte und konvertierte Temperaturwerte bei Fühlerkalibrierung

Im Falle der Kalibrierung eines Temperaturfühlers (ohne direkte Temperaturanzeige) muss die beschriebene Datenstruktur leicht angepasst werden. Im beigefügten DCC-Beispiel sind diese Umformulierungen als Kommentare bereits als Diskussionsgrundlage enthalten. Eine detaillierte Beschreibung erfolgt in der kommenden Revision dieses Expertenberichtes.

Im Folgenden sind vorab dazu die durchzuführenden Anpassungen kurz erläutert:

Die gemessenen Widerstandswerte werden in einem zusätzlichen `<dcc:quantity>`-Element mit dem `refType` „basic_indicationValue“ eingefügt. Die Messergebnisse unter dem `refType` „basic_measuredValue“ stellen in diesem Fall die Temperaturen dar, die gemäß einem Verfahren aus den gemessenen Widerstandswerten ermittelt wurden. Das Verfahren zur Umrechnung wird in einem entsprechenden `<dcc:usedMethod>`-Element angegeben und mit dem `refType` „basic_conversionProcedure“ referenziert. Darüber hinaus enthält die Beschreibung des Kalibriergegenstandes in `<dcc:items>` keine Informationen über eine Datenerfassungs- oder Anzeigeeinheit. Diese wird stattdessen in den Abschnitt `<measuringEquipments>` aufgenommen, da es sich in der Regel um Messtechnik des Kalibrierlabors handelt.

4.5.4 Eigenerwärmung und Messstromstärke

Die Eigenerwärmung des Temperaturfühlers ist Teil jeder Messung in der Widerstandsthermometrie, da das Thermometer einen Messstrom ungleich Null führt. Daher ist eine Aussage über den Einfluss der Eigenerwärmung bei der Kalibrierung ein obligatorischer Bestandteil jedes Kalibrierscheins, der im Rahmen der Richtlinie DKD-R 5-1 [12] ausgestellt wird. Dieses Kenntnis über die Eigenerwärmung ermöglicht es dem Nutzer, eine entsprechende Korrektur vorzunehmen oder die Messunsicherheit an seine spezifischen Messbedingungen (z. B. niedrigere oder höhere Messströme) anzupassen. Die DKD-R 5-1 [12] lässt hierfür drei Fälle zu:

- die Eigenerwärmung wird durch Variation des Messstroms messtechnisch bestimmt (international etabliertes und genauestes Verfahren)
- die Eigenerwärmung wird durch Variation der thermischen Kopplung (in Flüssigkeit und in Luft) messtechnisch abgeschätzt
- die Eigenerwärmung wurde nicht gemessen und ihr Einfluss wird gemäß der Richtlinie mit einem pauschalen Wert von 30 mK (Rechteckverteilung) geschätzt.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	24 / 47

Die obligatorische Information über die Auswirkungen der Eigenerwärmung wird als `<dcc:quantity>`-Element im DCC aufgeführt, welches von den Hauptkalibrierungsdaten (`<dcc:list>`) getrennt ist, sich jedoch im selben `<dcc:result>`-Block befindet. Diese `<dcc:quantity>` wird mit dem spezifischen `refType` „temperature_selfHeating“ versehen, um es als die entsprechende Information zu kennzeichnen (gemäß Abbildung 9). Dadurch können die Werte, die die Ergebnisse der Eigenerwärmungsuntersuchung beschreiben, anhand der Datenstruktur eindeutig den jeweiligen Kalibrierwerten zugeordnet werden, selbst wenn der DCC Ergebnisse aus mehreren Kalibriergegenständen (Fühlern) enthält, die in separate `<dcc:result>`-Blöcke aufgeteilt wären. Ein typischer XML-Codeausschnitt dieses `<dcc:quantity>`-Elements gemäß Good Practice ist in Abbildung 9 zu finden. Für den dritten Fall, bei dem der Einfluss der Eigenerwärmung lediglich geschätzt wird, ist dies als entsprechender Beitrag zur Messunsicherheit anzugeben.

Innerhalb einer `<dcc:quantity>` lässt sich dies in der digitalen SI-Infrastruktur gut abbilden, wie in Abschnitt a) von Abbildung 9 dargestellt. Der tatsächliche Wert dieser Größe `<si:valueXMLList>` für Fall (c) ist auf „NaN“ (not a number) gesetzt, da nur ein Beitrag der Messunsicherheit angegeben werden soll, was im Rahmen des kürzlich überarbeiteten Digital-SI [3] (enthalten in DCC-Schema Version 3.3.0 oder höher) über `<si:standardMUXMList>` ausdrücklich möglich ist. Dies verhindert eine Fehlinterpretation des Ausdrucks, z. B. dass der Unsicherheitsbeitrag gleich null oder vernachlässigbar wäre, wenn anstelle von „NaN“ der Wert 0 verwendet wurde. Durch die Angabe einer Standardunsicherheit ist es besonders einfach, den jeweiligen Beitrag aus der erweiterten (kombinierten) Messunsicherheit zu extrahieren und durch einen Beitrag zu ersetzen, der für die spezifische Messbedingung möglicherweise besser geeignet ist (z. B. ein Eigenerwärmungseinfluss, der direkt innerhalb der Messsituation abseits der Kalibrierung ermittelt wurde).

Der pauschale Einfluss von 30 mK ist gemäß DKD-R 5-1 [12] als Halbwertsbreite einer Einflussgröße mit gleichmäßiger Wahrscheinlichkeitsverteilung zu interpretieren. Daraus ergibt sich eine Standardunsicherheit von 17 mK, die in `<si:valueStandardMUXMList>` für Fall (c) anzugeben ist. Das Element `<dcc:quantity>` enthält ein eigenes Unterelement `<dcc:usedMethod>`, dass mittels `<dcc:norm>` (Kurzbezeichnung der Richtlinie), `<dcc:reference>` (Kapitelnummer für die Beschreibung der Selbsterwärmung in der Richtlinie) und `<dcc:link>` (URL für den Online-Zugriff auf die Richtlinie) den Bezug zur entsprechenden Regel herstellt.

Darüber hinaus, um auch die Information aufzunehmen, ob die Auswirkungen der Eigenerwärmung tatsächlich gemessen oder pauschal abgeschätzt wurden, was gemäß der Richtlinie DKD-R 5-1 [12] eine notwendige Angabe ist, wird ein `<dcc:valid>` (Boolean) als Eintrag in `<dcc:metaData>` innerhalb dieser `<dcc:quantity>` angehängt, wie in Abbildung 9 c dargestellt. Dabei gibt der Eintrag `<dcc:valid>true</dcc:valid>` an, dass die Selbsterwärmung durch Messung untersucht wurde (Fall (a und b)), und `<dcc:valid>>false</dcc:valid>` bedeutet, dass der Einfluss pauschal abgeschätzt wurde (Fall (c)). Um diese spezielle Information explizit anzusprechen, muss für dieses `<dcc:metaData>`-Element der dedizierte `refType` „temperature_isMeasured“ verwendet werden.

Bei der Angabe expliziter Unsicherheitsbeiträge, um entsprechende Anpassungen zu ermöglichen, wird dringend empfohlen, anzugeben, ob dieser bestimmte Beitrag bereits in den erweiterten Messunsicherheiten enthalten ist, die mit den Kalibrierungsergebnissen bereitgestellt werden, oder ob es sich um einen zusätzlichen Beitrag handelt, der separat durch den Anwender zu betrachten ist. Obwohl die Richtlinie eindeutig vorschreibt, dass der Einfluss der Eigenerwärmung in die Messunsicherheit einbezogen werden muss, wenn ihr Einfluss abgeschätzt wird (Fall (c)), ist ein zweites `<dcc:valid>`-Element als zusätzliche `<dcc:metaData>`-Angabe für Good-Practice-DCCs aufzunehmen, um diese Informationen maschineninterpretierbar bereitzustellen. Als `refType` für dieses Element wird „temperature_isInUncertainty“ bereitgestellt. Daher bedeutet `<dcc:valid>true</dcc:valid>` in diesem Fall, dass der Beitrag bereits enthalten ist. Der Ausdruck

`<dcc:valid>false</dcc:valid>` bedeutet, dass dieser Beitrag nicht enthalten ist und durch den Anwender bei Bedarf als zusätzlicher Unsicherheitsbeitrag berücksichtigt werden kann.

```

<dcc:quantity refType="temperature_selfHeating">
a)  <dcc:name>
    <dcc:content lang="en">Influence of self-heating</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="en">The standard uncertainty of self-heating is stated.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <si:realListXMLList>
    <si:valueXMLList>NaN</si:valueXMLList>
    <si:unitXMLList>\kelvin</si:unitXMLList>
    <si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
      <si:standardMUXXMLList>
        <si:valueStandardMUXXMLList>0.017</si:valueStandardMUXXMLList>
        <si:distributionXMLList>normal</si:distributionXMLList>
      </si:standardMUXXMLList>
    </si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
  </si:realListXMLList>
  <dcc:usedMethods>
b)  <dcc:usedMethod>
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="en">Determination of self-heating</dcc:content>
    </dcc:name>
    <dcc:norm>DKD-R 5-1:2023-11</dcc:norm>
    <dcc:reference>8.8</dcc:reference>
    <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20231207</dcc:link>
  </dcc:usedMethod>
</dcc:usedMethods>
c)  <dcc:measurementMetaData>
    <dcc:metaData refType="temperature_isMeasured">
      <dcc:description>
        <dcc:content lang="en">Experimental investigation of the influence
                                of self-heating for the thermal sensor:</dcc:content>
      </dcc:description>
      <dcc:valid>false</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
    <dcc:metaData refType="temperature_isInUncertainty">
      <dcc:description>
        <dcc:content lang="en">The influence of self-heating is included
                                in the expanded measurement uncertainty:</dcc:content>
      </dcc:description>
      <dcc:valid>true</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
  </dcc:measurementMetaData>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 9: XML-Ausdruck des abgeschätzten Einflusses der Eigenerwärmung in einem DCC.

a) Standardunsicherheitsbeitrag gemäß des in der Richtlinie DKD-R 5-1 definierten Pauschalwertes, b) Verweis auf die Methodenbeschreibung zur Bestimmung der Eigenerwärmung, c) Zugehörige Metadaten, die beschreiben, ob die Auswirkung experimentell bestimmt wurde und ob der Beitrag in der erweiterten Messunsicherheit enthalten ist.

Im Fall a) und b), wenn der Einfluss der Selbsterwärmung experimentell bestimmt wurde, bleibt die Gesamtdatenstruktur des beschriebenen `<dcc:quantity>`-Elements unverändert, einschließlich der erwähnten `<dcc:usedMethods>`- und `<dcc:measurementMetaData>`-Angaben. Darüber hinaus können weitere Parameter bereitgestellt werden, damit der Benutzer eine angemessene Korrektur vornehmen kann, wie in der Richtlinie vorgeschlagen. Diese zusätzlichen Parameter erfordern spezielle `refTypes`, die für Good-Practice-DCCs definiert werden müssen.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	26 / 47

Der Messstrom wird als `<dcc:influenceCondition refType="temperature_measuringCurrent">` in der Regel in dem `<dcc:quantity refType="basic_measuredValue">`-Element angegeben, welches die Temperaturwerte des Kalibriergegenstandes enthält (siehe Abbildung 10). Der hier dargestellte `refType` „basic_nominalValue“ zeigt an, dass es sich hierbei um einen festgelegten Wert handelt, der nicht gemessen wurde, z. B. aus den Spezifikationen oder Einstellungen der verwendeten Anschlusselektronik. Wurde der Messstrom tatsächlich während der Kalibrierung gemessen, würde dieser `refType` entfallen. Im Falle der Messung wird außerdem empfohlen, die Angabe des gemessenen Messstromes um eine Unsicherheitsangabe zu erweitern.

```

<dcc:influenceCondition refType="temperature_measuringCurrent">      <!--ISO/IEC 17025:2017 7.8.2.1n-->
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Verwendeter Messstrom bei der Kalibrierung</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Measuring current used</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:data>
    <dcc:quantity>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Effektiver Messstrom</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Measuring current</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>0.01</si:value>
        <si:unit>\milli\ampere</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:quantity>
  </dcc:data>
</dcc:influenceCondition>

```

Abbildung 10: Angabe eines effektiven Messstroms von 10 mA, durch den Widerstandsfühler während der Kalibrierung.

4.5.5 Hysterese

Analog zur Eigenerwärmung kann der Einfluss der Hysterese in einem Good-Practice-DCC berichtet werden. Diese Angabe ist eine weitere Anforderung aus der Richtlinie DKD-R 5-1 [12]. Der `refType` „temperature_hysteresis“ wird verwendet, um diese spezielle Information zu kennzeichnen. Bei der Hysterese sind die beiden Fälle (a) experimentell ermittelter Einfluss und (b) pauschal abgeschätzter Beitrag zulässig. Daher sind alle für die Eigenerwärmung Kapitel beschriebenen Aspekte auch für die Angabe der Hysterese gültig. Selbst die beiden `refTypes` für das Unterelement `<dcc:measurementMetaData>` können hier wiederverwertet werden, da ihre vollständige Bedeutung (Bezug auf Hysterese oder Eigenerwärmung) durch die Kombination mit dem jeweiligen übergeordneten `refType` definiert wird.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	27 / 47

```

<dcc:quantity refType="temperature_hysteresis">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Einfluss der Hysterese</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Influence of hysteresis</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Angabe ist die Standardunsicherheit der Hysterese.
      Sie ist zu berücksichtigen sofern die Messungen nicht durchgehend in der
      angegebenen Temperaturmesspunkt-Reihenfolge durchgeführt werden.
      Dabei ist der größte Einfluss in der Mitte des Temperaturbereichs zu erwarten.</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">The standard uncertainty of hysteresis is stated.
      It has to be considered in case the measurements are not
      performed in the same order of temperature setpoints.
      The largest contribution is expected to be in the center of the temperature range.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <si:realListXMLList>
    <si:valueXMLList>NaN</si:valueXMLList>
    <si:unitXMLList>\kelvin</si:unitXMLList>
    <si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
      <si:standardMUXXMLList>
        <si:valueStandardMUXXMLList>0.16</si:valueStandardMUXXMLList>
        <si:distributionXMLList>normal</si:distributionXMLList>
      </si:standardMUXXMLList>
    </si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
  </si:realListXMLList>
  <dcc:usedMethods>
    <dcc:usedMethod>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Bestimmung der Hysterese</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Hysteresis determination</dcc:content>
      </dcc:name>
      <dcc:norm>DKD-R 5-1:2023-11</dcc:norm>
      <dcc:reference>8.10</dcc:reference>
      <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20231207</dcc:link>
    </dcc:usedMethod>
  </dcc:usedMethods>
  <dcc:measurementMetaData>
    <dcc:metaData refType="temperature_isMeasured">
      <dcc:description>
        <dcc:content lang="de">Experimentelle Untersuchung der Hysterese des Temperaturfühlers:</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Experimental investigation of the influence of hysteresis for the thermal sensor:</dcc:content>
      </dcc:description>
      <dcc:valid>false</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
    <dcc:metaData refType="temperature_isInUncertainty">
      <dcc:description>
        <dcc:content lang="de">Berücksichtigung der Eigenerwärmung in der angegebenen erweiterten Messunsicherheit:</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Consideration of self-heating in the expanded measurement uncertainty:</dcc:content>
      </dcc:description>
      <dcc:valid>false</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
  </dcc:measurementMetaData>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 11: XML-Ausdruck des Einflusses der Hysterese in einem DCC, mit Standardunsicherheitsbeitrag gemäß der in der Richtlinie DKD-R 5-1 [12] definierten Regel zur Abschätzung, Verweis auf die Methodenbeschreibung zur Bestimmung der Hysterese und zugehöriger Metadaten, die beschreiben, ob die Auswirkung experimentell bestimmt wurde und ob der Beitrag in der erweiterten Messunsicherheit enthalten ist.

Für Fall (b) ist der entsprechende XML-Code in Abbildung 11 dargestellt. Der geringfügige Unterschied bei der Hysterese im Vergleich zur Eigenerwärmung besteht darin, dass DKD-R 5-1 [12] es erlaubt, den separat angegebenen Hysterese-Beitrag in die erweiterte Messunsicherheit, die mit den Kalibrierergebnissen berichtet wird, nicht aufzunehmen. Daher ist die Information in `<dcc:metaData refType="temperature_isInUncertainty">` hier besonders wichtig.

In der nächsten Revision wird die Angabe des Hysteresewertes relativ zum Kalibrierbereich als Prozentwert implementiert, wie er international üblich ist.

4.5.6 Zeitstempel

Die D-SI Infrastruktur sieht die Möglichkeit vor, für jede Messwertangabe maschinenlesbare Zeitstempel zu hinterlegen (in `<dcc:dateTimeXMLList>`). Diese Informationen können z. B. dazu dienen, um die Reihenfolge der Temperaturen eindeutig anzugeben (siehe Muster-DCC in Anhang A).

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	28 / 47

Die Angabe von Zeitstempeln bleibt jedoch auch für Good-Practice-DCCs optional. Alternativen, um die Reihenfolge der Kalibrierwerte im DCC darzulegen, werden in einer kommenden Revision aufgezeigt, vorerst genügt auch eine menschenlesbare Beschreibung in einem <dcc:description>-Element (äquivalent zu dem Wortlaut in einem analogen Kalibrierschein), um diese Anforderung zu erfüllen.

Die Datumsangabe der Kalibrierung wird im DCC in den dedizierten <dcc:coreData>-Elementen <dcc:beginPerformanceDate> und <dcc:endPerformanceDate> angegeben, die beide entsprechend dem DCC-Schema nicht-optional sind.

4.5.7 Aussagen zur Konformität eines Messmittels

Konformitätsaussagen zu Messergebnissen werden in einem DCC im Bereich <dcc:metaData> getroffen. Detailliertere Beschreibungen dazu lassen sich in [1] finden. Eine beispielhafte Implementierung für die Messgröße Temperatur ist für die nächste Revision des DCC-Musters geplant.

5 Thermoelemente und Thermoelementthermometer nach DKD-R 5-3

Thermoelemente, auch direktanzeigende, werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar. Anstelle des Widerstandswertes ist bei Thermoelementen die Thermospannung die angezeigte Größe („basic_indicationValue“).

Wesentlich ist die zusätzliche Dokumentation des Einflusses der thermoelektrischen Inhomogenität auf die Messung, bzw. die Messunsicherheit. Hier wird eine Darstellung vergleichbar zur Hysterese angestrebt.

6 Temperatur-Blockkalibratoren DKD-R 5-5

Temperatur-Blockkalibratoren werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

Wesentlich ist die zusätzliche Dokumentation der Einflüsse von Stabilität und Homogenität, die als Funktionstests in weiteren <dcc:quantity>-Blöcken dokumentiert werden können. Hier wird eine Darstellung vergleichbar zur Hysterese angestrebt.

In Diskussion ist, ob diese Funktionstests durch refTypes oder durch dcc:measurands charakterisiert werden.

7 Klimaschränke nach DKD-R 5-7

Klimaschränke werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Dies betrifft sowohl die Messgröße Temperatur als auch Feuchte. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	29 / 47

8 Messgeräte zur Erfassung der relativen Feuchte nach DKD-R 5-8

Im Folgenden Kapitel werden nähere Angaben zur Darstellung der Kalibrierergebnisse nach DKD-R 5-8 [9] in einem DCC beschrieben und festgelegt. Ein Beispiel eines DCCs nach diesen Festlegungen ist in Anhang B referenziert, im Folgenden werden Details dieses DCCs vorgestellt.

8.1 Kalibriergegenstand

Als Kalibriergegenstände werden nach DKD-R 5-8 [9] folgende Messgeräte zugelassen:

- elektrische Feuchtesensoren:
 - resistive Feuchtesensoren
 - kapazitive Feuchtesensoren
 - resistive-elektrolytische Feuchtesensoren
- mechanischer Feuchtesensoren.

Es sind hier allgemein zwei Fälle zu unterscheiden:

- Fall 1: Messgeräte bestehend aus Anzeige und Fühler, z. B. Fühler mit kapazitivem Feuchtesensor und abgesetzter Anzeige,
- Fall 2: Messgeräte mit in der Anzeige integrierten Fühler, z. B. sogenannte Datenlogger.

8.2 Kalibrierverfahren

Die in der Richtlinie DKD-R 5-8:2019 [9] beschriebenen Verfahren setzen sich aus der Kombination der gewählten Kalibriereinrichtung und den verwendeten Bezugsnormen zusammen. Der Kalibriergegenstand wird in die Kalibriereinrichtung eingebracht und der Referenzwert anhand der Bezugsnormale ermittelt. Zur Nachvollziehbarkeit der Kalibrierung empfehlen sich folgende Randbedingungen im Kalibrierschein zu dokumentieren, ein Teil der Angaben sind nach DKD-R 5-8 verpflichtend [9]:

- Vorbehandlungsprozess
- Kalibrierverfahren
- Kalibrierablauf
- Kalibrierreihenfolge
- Einbautiefe
- Hinweis zur Berücksichtigung der Hysterese oder Wiederholbarkeit in der Messunsicherheit
- Umgebungstemperatur und ggf. -feuchte
- Kalibrierergebnis mit Angabe der Gastemperatur
- Angabe der relativen Feuchte mit Bezug auf Sättigung über Eis oder Wasser
- Kalibriermedium
- Anströmgeschwindigkeit
- Angleichzeit.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	30 / 47

8.3 Allgemeine Inhalte im Administrative Data Bereich

In diesem Abschnitt werden nur die Punkte beschrieben, die nicht bereits im Expertenbericht des Querschnittsausschusses [1] festgelegt sind.

8.3.1 Beschreibung der Kalibriergegenstände - <dcc:items>

Bei der Abbildung von Kalibriergegenständen im DCC, die aus einer Anzeige und einem getrennten Messfühler bestehen (Fall 1 aus Kapitel 8.1), wird für jeden Bestandteil ein Element <dcc:item> angelegt. Dieser wird mit den Angaben Hersteller, Typ, Seriennummer und ggf. weiteren Identifikationsnummern beschrieben.

Die Beschreibung von Kalibriergegenständen mit integriertem Fühler (Fall 2 aus Kapitel 8.1) erfolgt analog zur Beschreibung im allgemeinen Expertenbericht [1].

Für die Beschreibung des Kalibriergegenstandes wird in beiden Fällen empfohlen zusätzliche Angaben im DCC auszuführen. Dies ist zum einen die Gesamtlänge des Kabels (zwischen Feuchtefühler und Anzeige, refType „humidity_itemCableLength“) sowie der Durchmesser (refType „humidity_itemProbeDiameter“) und die Länge des Fühlers. Die beiden ersten Angaben helfen der Abschätzung der Wärmableitung.

8.3.2 Statements

Die Umsetzung der Angabe der allgemein geforderten Aussagen nach DIN EN/ISO 17025:2018 werden im allgemeinen Expertenbericht [1] erläutert, die fachspezifischen Aussagen sind im nachfolgenden Kapitel 8.4 angegeben.

8.4 Inhalte im Ergebnisbereich - <dcc:measurementResults>

Im Folgenden werden die Festlegungen für die Darstellung des Kalibrierergebnisses sowie die dabei eingesetzten refTypes erläutert. Dieser Abschnitt gliedert sich wie folgt:

- Beschreibung des Kalibrierverfahrens als einzelne XML-Elemente <dcc:usedMethod>
 - Kapitel 8.4.1 Angabe des Vorbehandlungsprozesses
 - Kapitel 8.4.2 Kalibrierverfahren
 - Kapitel 8.4.4 Einbauzustand
 - Kapitel 8.4.8 Angabe des Kalibriermediums
 - Kapitel 8.4.9 Anströmgeschwindigkeit
- Umgebungsbedingungen als XML-Element <dcc:influenceConditions>
- Darstellung der Ergebnisse als XML-Element <dcc:result> (s. Kapitel 8.4.6 sofern nicht anders angegeben):
 - Zeitstempel (s. Kapitel 8.4.3 Messreihenfolge)
 - Sollwerte der Gastemperatur und relativen Feuchte
 - Referenzwert für Gastemperatur und relativen Feuchte
 - Angabe des Sättigungszustandes als <dcc:metaData> in Kapitel 8.4.7
 - Anzeige des Kalibriergegenstandes
 - Abweichung des gemessenen Wertes des Kalibriergegenstandes vom Referenzwert

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	31 / 47

- Angabe zum Einfluss der Hysterese (s. Kapitel 8.4.5) als XML-Element <dcc:quantity>
- Angabe der Angleichzeit (s. Kapitel 8.4.10) als XML-Element <dcc:quantity>
- Angabe der Abdeckung durch CMC-Eintrag (s. Kapitel 8.5.1) als <dcc:measurementMetaData>

8.4.1 Angabe des Vorbehandlungsprozesses

Die Angabe des Vorbehandlungsprozesses erfolgt in Form eines Elements <usedMethod>. In Textform wird hier der ggf. durchgeführte Vorbehandlungsprozess beschrieben. Ein eigener refType wurde hierfür aktuell noch nicht vergeben.

Beispielsweise kann die eingehaltene Lagerzeit angegeben werden. Dies ist in Abbildung 12 dargestellt.

```

<dcc:usedMethod>
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Lagerungszeit nach Anlieferung</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Storage time after delivery</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Der Kalibriergegenstand wurde vor Beginn der
    <dcc:content lang="en">The calibration item was stored at room condi
  </dcc:description>
  <dcc:usedMethodQuantities>
    <dcc:usedMethodQuantity>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Lagerungszeit</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Storage time</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>24</si:value>
        <si:unit>\hour</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:usedMethodQuantity>
  </dcc:usedMethodQuantities>
</dcc:usedMethod>

```

Abbildung 12: Beispiel zur Darstellung der Lagerungszeit

8.4.2 Angabe des Kalibrierverfahrens und -ablaufs

Das Kalibrierverfahren mit Ausgabestand wird als Element <dcc:usedMethod> mit Angabe des refTypes „basic_calibrationMethod“ angegeben, wie im nachfolgenden Beispiel in Abbildung 13 zu sehen ist.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	32 / 47

```

<dcc:usedMethod refType="basic_calibrationMethod">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Kalibrierverfahren</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Calibration procedure</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Der Sensorteil (Feuchtesensor) des Kalibriergegenstands</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">During calibration, the sensor part (humidity sensor)</dcc:content>
  </dcc:description>
  <dcc:norm>DKD-R 5-8:2019-02</dcc:norm>
  <dcc:reference>9.3</dcc:reference>
  <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20190214</dcc:link>
  <dcc:usedMethodQuantities>
    <!-- refType="humidity_subProcedure" -->
    <dcc:usedMethodQuantity>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Ablauf</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Procedure</dcc:content>
      </dcc:name>
      <dcc:charsXMLList>B1</dcc:charsXMLList>
    </dcc:usedMethodQuantity>
    <dcc:usedMethodQuantity>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Startpunkt relative Gasfeuchte</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Starting point relative gas humidity</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>0.25</si:value>
        <si:unit>\one</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:usedMethodQuantity>
    <dcc:usedMethodQuantity>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Startpunkt Temperatur</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Starting point temperature</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>23.0</si:value>
        <si:unit>\degreecelsius</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:usedMethodQuantity>
  </dcc:usedMethodQuantities>
</dcc:usedMethod>

```

Abbildung 13: Beispiel der Angabe des Kalibrierablaufs nach DKD-R 5-8 [9] inkl. Angabe des Startwertes.

Im Element <dcc:description> ist eine Beschreibung des detaillierten Vorgehens optional möglich. Danach erfolgt die Referenzierung auf die Richtlinie DKD-R 5-8 [9] mit gegebenen Ausgabestand und die Angabe der Norm sowie Quelle. Aktuell sind die verwendeten Kalibriereinrichtungen und Bezugsnormale nicht maschinenlesbar hinterlegt und damit nicht im DCC-Beispiel angegeben.

Die Richtlinie DKD-R 5-8 [9] beschreibt auch mehrere Abläufe (A bis D), die zum Teil die Angabe des gewählten Startpunktes notwendig machen. Zur Beschreibung im DCC wird das Element <dcc:usedMethodQuantity> verwendet. Der hier aufgeführte refType „humidity_subProcedure“ ist aktuell noch nicht in der Datenbank der refTypes [2] hinterlegt, wird aber stark gefordert. In

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206					DKD-E 5-3	
						Ausgabe:	02/2026
						Revision:	0
						Seite:	33 / 47

der nachfolgenden Struktur kann zum einen der verwendete Ablauf (hier „B1“) sowie der gewählte Startpunkt angegeben werden. Für die Angabe des Startpunktes besteht aktuell noch kein refType. Im Sinne einer weiteren maschinellen Verarbeitung ist dies in Diskussion.

8.4.3 Angabe der Messreihenfolge

Die Forderung der Angabe der Messreihenfolge wird durch die Angabe des Zeitstempels für jedes Messergebnis erfüllt. Der Zeitstempel wird nach ISO 8601 [13] in folgendem Format verwendet:

Jahr	-	Monat	-	Tag	T	Stunden	:	Minuten	:	Sekunden	Zeitzone (UTC)
YYYY	-	MM	-	DD	T	hh	:	mm	:	ss	+00:00
2025	-	05	-	04	T	08	:	12	:	37	+01:00

Dem berichteten Mittelwert wird als kennzeichnender Zeitstempel das Ende der Messung zugeordnet und damit eindeutig dokumentiert.

Eine alternative Dokumentation der Reihenfolge mittels Nummerierung der einzelnen Messungen ohne Angabe des expliziten Zeitstempels ist aktuell in Diskussion, siehe hierzu auch Kapitel 4.5.6. Das Ergebnis dieser Diskussion ist Gegenstand zukünftiger Versionen des Expertenberichtes.

8.4.4 Angabe des Einbauzustandes

Aufgrund der ggf. auftretenden Wärmeableitung ist die Angabe des Einbauzustandes des Kalibriergegenstandes in die Kalibriereinrichtung notwendig. Die Angabe des Einbauzustandes kann in zwei Weisen geschehen:

- Der Feuchtefühler ist komplett in die Kalibriereinrichtung eingetaucht. Es wird die Kabellänge, die sich in der Kalibriereinrichtung befindet, angegeben. Dazu wird der refType „humidity_immersedCableLength“ verwendet. Dies wird wie im nachfolgenden Beispiel in Abbildung 14. umgesetzt. Im Beispiel wird der konkrete Wert der sich in der Kalibriereinrichtung sich befindlichen Kabellänge angegeben. Es ist dabei darauf hinzuweisen, dass diese Angabe eine informative Angabe für den Anwendenden des Kalibrierscheins ist und somit die Ermittlung wie auch Angabe ohne Messunsicherheit erfolgt. Die Umsetzung der Aussage „mindestens 1 m Kabellänge“ aus der DKD-R 5-8 [9] ist aktuell nicht 1:1 im DCC-Schema abbildbar, da die Struktur keine eindeutige und kompakte Darstellung des mathematischen Zeichens „>“ gibt. Sollte dies in zukünftigen Schema-Versionen erleichtert werden, wäre diese Angabe im Sinne der DKD-R 5-8 [9] zu empfehlen.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	34 / 47

```

<dcc:usedMethod>
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Kabellänge in Kalibriereinrichtung</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Cable length within calibration unit</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:norm>DKD-R 5-8:2019-02</dcc:norm>
  <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20190214</dcc:link>
  <dcc:usedMethodQuantities>
    <dcc:usedMethodQuantity refType="humidity_immersedCableLength">
      <si:real>
        <si:value>1</si:value>
        <si:unit>\metre</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:usedMethodQuantity>
  </dcc:usedMethodQuantities>
</dcc:usedMethod>
<dcc:usedMethod>

```

Abbildung 14: Beispiel Angabe der Kabellänge in der Kalibriereinrichtung

- Der Feuchtefühler ist nicht komplett in die Kalibriereinrichtung eingetaucht. Es wird im DCC die Eintauchtiefe angegeben. Hierzu wird der refType „humidity_immersionDepth“ analog zur Angabe bei der Messgröße Temperatur in Kapitel 4.3 angegeben.

8.4.5 Hysterese

Nach der Richtlinie DKD-R 5-8 [9] ist eine Aussage notwendig, ob die Hysterese in der Messunsicherheit berücksichtigt wird. Die Angabe erfolgt analog dem Vorgehen für die Widerstandsthermometer nach DKD-R 5-1 [12], beschrieben in Kapitel 4.5.5. Die verwendeten refTypes werden im Namespace „humidity“ genutzt. Hintergrund ist, dass durch die Nutzung analoger Strukturen, die Auslesealgorithmen für den DCC kompakter und eindeutiger formuliert werden können.

Das nachfolgende Beispiel Abbildung 15 zeigt die Darstellung des Hystereseinflusses, wenn die Hysterese weder ermittelt noch in der Messunsicherheitsberechnung berücksichtigt wird. Dies wird durch die Angabe des booleschen Wertes „false“ in den beiden XML-Elementen <dcc:measurementMetaData> gekennzeichnet mit den beiden refTypes „humidity_isMeasured“ und „humidity_isInUncertainty“ ausgedrückt. Der Wert der „quantity“ wird zu „NaN“ gesetzt. Einen Default-Wert wie bei der DKD-R 5-1 [12] ist in der Richtlinie DKD-R 5-8 [9] nicht vorgesehen. Die Angabe der Messunsicherheit kann in diesem Fall auch entfallen.

Sollte der Hystereseinfluss ermittelt und eine entsprechende Messunsicherheit bestimmt werden, dann sind die Werte anstelle der Werte „NaN“ im hier gezeigten Beispiel anzugeben.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	35 / 47

```

<dcc:quantity refType="humidity_hysteresis">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Einfluss der Hysterese</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Influence of hysteresis</dcc:content>
  </dcc:name>
  <si:realListXMLList>
    <si:valueXMLList>NaN</si:valueXMLList>
    <si:unitXMLList>\one</si:unitXMLList>
    <si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
      <si:standardMUXXMLList>
        <si:valueStandardMUXXMLList>NaN</si:valueStandardMUXXMLList>
        <si:distributionXMLList>normal</si:distributionXMLList>
      </si:standardMUXXMLList>
    </si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
  </si:realListXMLList>
  <dcc:usedMethods>
    <dcc:usedMethod>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Bestimmung der Hysterese</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Hysteresis determination</dcc:content>
      </dcc:name>
      <dcc:norm>DKD-R 5-8:2019-02</dcc:norm>
      <dcc:reference>7.4.5</dcc:reference>
      <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20190214</dcc:link>
    </dcc:usedMethod>
  </dcc:usedMethods>
  <dcc:measurementMetaData>
    <dcc:metaData refType="humidity_isMeasured">
      <dcc:valid>>false</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
    <dcc:metaData refType="humidity_isInUncertainty">
      <dcc:valid>>false</dcc:valid>
    </dcc:metaData>
  </dcc:measurementMetaData>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 15: Beispiel der Angabe im DCC, dass keine Hysterese-Ermittlung erfolgt ist.

8.4.6 Angabe der Kalibrierergebnisse inklusive der Gastemperatur

Die Angabe des Kalibrierergebnisses für die Messgröße relative Feuchte setzt sich aus zwei Bestandteilen zusammen: der Angabe der relativen Feuchte und zusätzlich der dabei herrschenden Gastemperatur. Bei der Darstellung im DCC sind für beide Teile Festlegungen notwendig.

Zunächst gibt es für die Darstellung der relativen Feuchte als Messgröße im D-SI keine direkte Entsprechung. Daher werden im Folgenden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Darstellungsoptionen und der Weg zur Festlegung auf eine der Optionen beschrieben.

Die relative Feuchte $U_{w,i}$ ist nach DKD-R 5-8 [9] wie folgt definiert:

$$U_{w,i} = \frac{e'}{e'_{w,i}(p,t)} 100 \% . \quad (1)$$

Aufgrund der Definition als Verhältnis zweier Drücke (Wasserdampfpartialdruck e' zu Sättigungsdampfdruck $e'_{w,i}$), ist eine Möglichkeit der Darstellung auf Basis der Definition des Druckes:

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	36 / 47

$$\frac{Pa}{Pa} = \frac{kg}{m} \frac{m}{s^2} \frac{s^2}{kg} \quad (2)$$

Diese Darstellung in Gleichung (2) verwendet zwar nur SI-Einheiten, ist jedoch keine gebräuchliche Darstellung in analogen Kalibrierscheinen.

Die Definition aus der Richtlinie DKD-R 5-8 [9] sieht die Darstellung in Prozent vor. Im Sinne der Maschinenlesbarkeit und –interpretierbarkeit ist eine Darstellung als reelle Zahl die naheliegende Option. D. h. neben der Darstellung mittels „\percent“ ist auch eine Darstellung des Wertes in Form von „\one“ denkbar. Dies harmonisiert mit der internationalen Auffassung der relativen Feuchte als Messgröße mit der Einheit „1“.

Das DCC-Schema lässt bei der Darstellung eines <dcc:quantity>-Elements durch das „hybrid“-Element auch die zusätzliche Angabe weiterer Einheiten für eine Messgröße zu. D. h. damit ist auch eine Kombination der oben genannten Optionen möglich. Für das Ziel einer eindeutigen Darstellung mit dem Ziel Übertragungsfehler aus dem DCC auf Seiten des Anwendenden zu minimieren, ist von dieser Variante jedoch abzusehen.

In der Abwägung der genannten Vor- und Nachteile wird für die Darstellung der relativen Feuchte hier die zukunftsweisende Festlegung im Sinne der Maschinenoperabilität auf die Darstellung in Form einer reellen Zahl mit „\one“ festgelegt. Unterschiedliche Definitionen der Feuchte können analog den Skalen in der Temperatur mittels Angabe eines refTypes nach Kapitel 3.2.1 eindeutig gekennzeichnet werden. Ein entsprechendes System ist aktuell in Diskussion und das Ergebnis Gegenstand einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts.

Die Daten werden im Abschnitt <dcc:results> als <dcc:list> strukturiert. Der erste Eintrag ist der Zeitstempel angegeben nach den Ausführungen in Kapitel 8.4.3. Für eine spätere Strukturierung der Ergebnisse als Tabelle in einem menschenlesbaren Dokument und zur eindeutigen Indizierung werden die Sollwerte für Gastemperatur und relative Feuchte, wie in Abbildung 16 angegeben. Diese werden mit dem refType „basic_setPointValue“ für den Wert der betrachteten Messgröße, hier relative Feuchte, und mit dem dem refType „basic_temperature“ für die beigeordnete Gastemperatur gekennzeichnet.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	37 / 47

```

<dcc:results>
  <dcc:result>
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Ergebnisse der Kalibrierung</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">Results of calibration</dcc:content>
    </dcc:name>
    <dcc:data>
      <dcc:list>
        <dcc:dateTimeXMLList>2025-05-04T08:12:37+01:00 2025-05-04T09:36:24+01:00 2025-05-04T10:55:09+01:00</dcc:dateTimeXMLList>
        <dcc:quantity refType="basic_setPointValue">
          <dcc:name>
            <dcc:content lang="de">Sollwert relative Gasfeuchte</dcc:content>
            <dcc:content lang="en">Set point relative gas humidity</dcc:content>
          </dcc:name>
          <dcc:description>
            <dcc:content lang="de">Sollwert der relativen Feuchte der Referenzeinrichtung.</dcc:content>
            <dcc:content lang="en">Setpoint of the relative gas humidity of the reference device</dcc:content>
          </dcc:description>
          <si:realListXMLList>
            <si:valueXMLList>0.3 0.5 0.7</si:valueXMLList>
            <si:unitXMLList>\one</si:unitXMLList>
          </si:realListXMLList>
          <dcc:influenceConditions>
            <dcc:influenceCondition>
              <dcc:name>
                <dcc:content lang="de">Sollwert Gastemperatur</dcc:content>
                <dcc:content lang="en">Set point gas temperature</dcc:content>
              </dcc:name>
              <dcc:description>
                <dcc:content lang="de">Sollwert der Gastemperatur der Referenzeinrichtung.</dcc:content>
                <dcc:content lang="en">Setpoint of the gas temperature of the reference device.</dcc:content>
              </dcc:description>
              <dcc:data>
                <dcc:quantity refType="basic_temperature">
                  <si:realListXMLList>
                    <si:valueXMLList>23.0 23.0 23.0</si:valueXMLList>
                    <si:unitXMLList>\degreecelsius</si:unitXMLList>
                  </si:realListXMLList>
                </dcc:quantity>
              </dcc:data>
            </dcc:influenceCondition>
          </dcc:influenceConditions>
        </dcc:quantity>
      </dcc:list>
    </dcc:data>
  </dcc:result>
</dcc:results>

```

Abbildung 16: Beispiel zur Angabe des Zeitstempels und des Sollwertes für die Messgröße relative Feuchte nach DKD-R 5-8 [9].

Im Anschluss werden die Referenzwerte, wie in Abbildung 17 dargestellt, aufgeführt. Um der korrekten Rundung der Ergebnisse Rechnung zu tragen, wird hier die Angabe der signifikanten Ziffern gefordert, die korrekte Umsetzung ist aktuell noch in Diskussion. Zusätzlich wird dem Referenzwert auch noch der Sättigungszustand des vorgelegten Referenzwertes als weiteres XML-Element <dcc:measurementMetaData> beigeordnet, näheres hierzu in Kapitel 8.4.7.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	38 / 47

```

<dcc:quantity refType="basic_referenceValue">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Referenzwert relative Feuchte</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Reference value relative humidity</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Mittelwert der relativen Feuchte der Referenzeinrichtung.</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Average value of the relative humidity of the reference device.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <si:realListXMLList>
    <si:valueXMLList>0.3000 0.5003 0.7001</si:valueXMLList>
    <si:unitXMLList>\one</si:unitXMLList>
  </si:realListXMLList>
  <dcc:measurementMetaData>
    <dcc:metaData refType="humidity_relativeGasHumidityAbove">
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Sättigung über</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Saturation above</dcc:content>
      </dcc:name>
      <dcc:data>
        <dcc:quantity>
          <dcc:charsXMLList>water water water</dcc:charsXMLList>
        </dcc:quantity>
      </dcc:data>
    </dcc:metaData>
  </dcc:measurementMetaData>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 17: Beispiel für die Darstellung des Referenzwertes und des Sättigungszustandes nach DKD-R 5-8 [9].

Die Besonderheit gegenüber der Darstellung im allgemeinen Expertenbericht [1] stellt die zusätzlich verpflichtende Angabe der Gastemperatur des Referenzwertes dar. Dieser wird, wie in Abbildung 18 als sog. <dcc:influenceCondition> am Ende des Elements <dcc:list> angegeben.

```

<dcc:influenceCondition refId="Medium">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Referenzwert Gastemperatur</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Reference value gas temperature</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Mittelwert der Gastemperatur der Referenzeinrichtung.</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Average value of the gas temperature of the reference device.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <dcc:data>
    <dcc:quantity refType="basic_temperature">
      <si:realListXMLList>
        <si:valueXMLList>23.03 23.02 23.01</si:valueXMLList>
        <si:unitXMLList>\degreecelsius</si:unitXMLList>
      </si:realListXMLList>
    </dcc:quantity>
  </dcc:data>
</dcc:influenceCondition>

```

Abbildung 18: Beispiel für die verpflichtende Angabe der Gastemperatur des Referenzwertes für Kalibrierergebnisse nach DKD-R 5-8 [9].

Zu beachten ist hierbei das zur Kennzeichnung der Temperatur der refType „basic_temperature“ verwendet wird. Ein gesonderter refType im Namensraum „humidity“ ist nicht notwendig. Das gesamte Element <dcc:influenceCondition> kann mittels der refId „Medium“ mit der Angabe des Kalibriermediums nach Kapitel 8.4.8 verknüpft werden.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	39 / 47

Die Angabe des gemessenen Wertes des Kalibriergegenstandes erfolgt analog zu den Ausführungen im Expertenbericht DKD-E 0-3 [1]. Handelt es sich bei dem Wert um den direkt vom Kalibriergegenstand ausgelesenen und/oder angezeigten Wertes, dann wird dieser Abschnitt noch zusätzlich mit dem refType „basic_indicationValue“ gekennzeichnet. Auch hier wird zur eindeutigen Auslesbarkeit die Angabe der Anzahl der signifikanten Ziffern gefordert, die Umsetzung dieser Angabe ist aktuell noch in Diskussion, daher erfolgt hier in Abbildung 19 eine Darstellung ohne diese Angabe.

```

</dcc:quantity>
<dcc:quantity refType="basic_measuredValue basic_indicationValue">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Anzeige Kalibriergegenstand</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Display of device under calibration</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Mittelwert der angezeigten Werte am Display des Kalibriergegenstandes.</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Average value of the values shown on the display of the device under calibration.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <si:realListXMLList>
    <si:valueXMLList>0.2990 0.4970 0.6980</si:valueXMLList>
    <si:unitXMLList>\one</si:unitXMLList>
  </si:realListXMLList>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 19: Beispiel für Angabe des angezeigten Kalibriergegenstandes bei einer Kalibrierung nach DKD-R 5-8 [9].

Nun erfolgt die Darstellung der Abweichung des Kalibriergegenstandes vom Referenzwert, wie in Abbildung 20 abgebildet. Neben der berechneten Abweichung mit der zukünftig gewünschten Angabe der signifikanten Stellen, wird hier auch die Messunsicherheit angegeben. Die Darstellung und Verwendung der refTypes erfolgt analog zu den Vorgaben aus dem Expertenbericht DKD-E 0-3 [1].

```

<dcc:quantity refType="basic_measurementError">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Abweichung Kalibriergegenstand</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Deviation of device under calibration</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Differenz des Mittelwertes der angezeigten Werte am Display de
    <dcc:content lang="en">Difference between the mean value of the values shown on the c
  </dcc:description>
  <si:realListXMLList>
    <si:valueXMLList>-0.0010 -0.0033 -0.002</si:valueXMLList>
    <si:unitXMLList>\one</si:unitXMLList>
    <si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
      <si:expandedMUXXMLList>
        <si:valueExpandedMUXXMLList>0.0050 0.0080 0.010</si:valueExpandedMUXXMLList>
        <si:coverageFactorXMLList>2</si:coverageFactorXMLList>
        <si:coverageProbabilityXMLList>0.95</si:coverageProbabilityXMLList>
        <si:distributionXMLList>normal</si:distributionXMLList>
      </si:expandedMUXXMLList>
    </si:measurementUncertaintyUnivariateXMLList>
  </si:realListXMLList>
</dcc:quantity>

```

Abbildung 20: Beispiel der Darstellung der Abweichung und Angabe der Messunsicherheit.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	40 / 47

Die weiteren Angaben im Block <dcc:results> werden in den Kapiteln 8.4.5 Hysterese, 8.4.10 Angleichzeit und Kapitel 8.5.1 beschrieben.

8.4.7 Angabe des Sättigungszustands

Nach DKD-R 5-8 [9] ist die Angabe des referenzierten Sättigungszustands verpflichtend. Um dieser Forderung nachzukommen wird, wie in Kapitel 8.4.6 und Abbildung 17 gezeigt, dem Referenzwert der relativen Feuchte ein MetaDatum-Element beigeordnet. Dieses enthält eine Liste („dcc:charsXMLList“) mit je einem Eintrag für jeden dargestellten Messwert. Eine Eintragung besteht dabei entweder aus dem Wort „water“ für Sättigung über Wasser oder dem Wort „ice“ für Sättigung über Eis. Gekennzeichnet wird diese Angabe mittels des refTypes „humidity_relative-GasHumidityAbove“.

8.4.8 Kalibriermedium

Die Angabe des Kalibriermediums ist für die Kalibrierung von relativen Feuchtesensoren nach DKD-R 5-8 [9] verpflichtend, da sich das Resultat der Kalibrierung in verschiedenen Gasen deutlich unterscheiden kann. Prinzipiell können alle drei in Kapitel 3.4 beschriebenen Optionen verwendet werden. In den meisten Fällen findet die Kalibrierung derzeit in Umgebungsluft des jeweiligen Labors statt. Ein Beispiel für die Angabe in diesem Fall ist in Abbildung 21 dargestellt. In diesem Fall ist die genaue Zusammensetzung des Kalibriermediums nicht bekannt und eine Referenzierung auf eine CAS-Nummer nicht möglich. Somit ist in diesen Fällen die Option 2 aus Kapitel 3.5, die geeignetste Wahl. Im nachfolgenden Beispiel ist die Umsetzung gezeigt. Aus Tabelle 2 des vorliegenden Expertenberichts wird der Begriff „air“ für Luft ausgewählt und eingetragen. Gekennzeichnet wird die das verwendete XML-Element <dcc:measuringEquipment> mittels des refTypes „basic_calibrationMedium“. Es wird bewusst das XML-Element <dcc:measuringEquipment> verwendet, da das Kalibriermedium hier als Teil der Kalibriereinrichtung aufgefasst wird und nicht lokale Umgebungsbedingung, die zur Berücksichtigung messtechnisch erfasst wird. Ziel der Angabe ist zu dokumentieren, wie kalibriert wurde, nicht einen Einfluss quantitativ dem Anwendenden im DCC zu berichten.

```
<dcc:measuringEquipment id="Medium" refType="basic_calibrationMedium">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Kalibriermedium</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">calibration medium</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:equipmentClass>
    <dcc:reference>DKD-E 5-3:2026-02</dcc:reference>
    <dcc:classID>air</dcc:classID>
    <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20260206</dcc:link>
  </dcc:equipmentClass>
  <dcc:description>
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Luft</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">air</dcc:content>
    </dcc:name>
  </dcc:description>
</dcc:measuringEquipment>
```

Abbildung 21: Beispiel der Angabe des Kalibriermediums für Option 2

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	41 / 47

8.4.9 Anströmgeschwindigkeit

Damit der Kunde die die Situation der Kalibrierung nachvollziehen kann, fordert die DKD-R 5-8 [9] die Angabe des Einbauzustands und damit auch die Angabe der Anströmgeschwindigkeit. Diese beeinflusst die Wärmeableitung und damit die Selbsterwärmung des Feuchtesensors und damit auch den angezeigten Wert der relativen Feuchte, da dieser von der Temperatur abhängt.

Die Angabe im DCC ist maschinenlesbar durch den refType „humidity_flowVelocity“ gestaltet, siehe nachfolgendes Beispiel in Abbildung 22.

```
<dcc:usedMethod refType="humidity_flowVelocity">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Anströmgeschwindigkeit</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Flow velocity</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Der Feuchtesensor wurde bei der Messung mit der genannten Strömungsgeschwindigkeit angeströmt.</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">During the measurement, the flow velocity to the humidity was at the noted value.</dcc:content>
  </dcc:description>
  <dcc:norm>DKD-R 5-8:2019-02</dcc:norm>
  <dcc:link>https://doi.org/10.7795/550.20190214</dcc:link>
  <dcc:usedMethodQuantities>
    <dcc:usedMethodQuantity>
      <dcc:name>
        <dcc:content lang="de">Anströmgeschwindigkeit</dcc:content>
        <dcc:content lang="en">Flow velocity</dcc:content>
      </dcc:name>
      <si:real>
        <si:value>0.05</si:value>
        <si:unit>\metre\second\tothe{-1}</si:unit>
      </si:real>
    </dcc:usedMethodQuantity>
  </dcc:usedMethodQuantities>
</dcc:usedMethod>
```

Abbildung 22: Beispiel für die Angabe der Anströmgeschwindigkeit für einen konkret bekannten Wert der Anströmgeschwindigkeit.

In einigen Fällen kann die Strömungsgeschwindigkeit auch als Bereichsangabe erfolgen. Das XML-Element <dcc:usedMethodQuantities> lässt allerdings keine Unterelemente vom Typ <dcc:list> zu, welche für die Nutzung des refTypes "math_interval" erforderlich wäre. Daher kann vorübergehend der Bereich <si:measurementUncertaintyUnivariate> angegeben werden, bis eine bessere Darstellung im DCC-Schema möglich ist.

Eine Angabe einer Mindestanströmgeschwindigkeit ist aufgrund der fehlenden Struktur für die Beschreibung „ist kleiner“ oder „ist größer“ derzeit nicht möglich. Sollte dies in zukünftigen Schemata möglich sein, ist dies auch eine Option der Angabe der Strömungsgeschwindigkeit. Die Strömungsgeschwindigkeit hat einen rein informativen Charakter, analog zur sich in der Kalibriereinrichtung befindlichen Kabellänge (siehe Kapitel 8.4.4). Damit kann die Strömungsgeschwindigkeit ohne die Angabe der Messunsicherheit im Bereich Methoden erfolgen.

8.4.10 Angleichzeit

Die Angleichzeit wird als XML-Element „quantity“ im Ergebnisblock ohne Angabe einer Messunsicherheit angegeben, da die Angabe rein informativ für den Anwendenden ist. Gekennzeichnet wird die Angabe mittels dem refType „humidity_stabilisationTime“, wie in Abbildung 23 dargestellt.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	42 / 47

```

<dcc:influenceCondition refType="humidity_stabilisationTime">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="de">Angleichzeit</dcc:content>
    <dcc:content lang="en">Stabilisation time</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:description>
    <dcc:content lang="de">Zeit vom Erreichen einer hinreichenden Annäherung
    <dcc:content lang="en">Time from reaching an adequate approximation of th
  </dcc:description>
  <dcc:data>
    <dcc:quantity>
      <si:realListXMLList>
        <si:valueXMLList>45 50 65</si:valueXMLList>
        <si:unitXMLList>\minute</si:unitXMLList>
      </si:realListXMLList>
    </dcc:quantity>
  </dcc:data>
</dcc:influenceCondition>

```

Abbildung 23: Beispiel der Angabe der Angleichzeit nach DKD-R 5-8 [9].

8.5 Weitere Bemerkungen/Festlegungen

Im Folgenden Abschnitt sind noch weitere allgemeine Festlegungen und Bemerkungen zum DCC für eine Kalibrierung nach DKD-R 5-8 [9] festgehalten.

8.5.1 Angabe der Abdeckung durch eingetragene Kalibrier- und Messmöglichkeit

Zur Kennzeichnung, ob einzelne Ergebnisse innerhalb des akkreditierten Bereiches liegen, kann diese Angabe auch direkt einzelnen Ergebniswerten zugeordnet werden. Dies kann durch die Verwendung einer refID in einem XML-Element <dcc:measurementMetaData> erfolgen. Analog wird auch die metrologische Rückführbarkeit angegeben. Beides ist im Beispiel in Abbildung 24 dargestellt.

```

<dcc:measurementMetaData>
  <dcc:metaData refId="isCMC">
    <dcc:validXMLList>true true true</dcc:validXMLList>
  </dcc:metaData>
  <dcc:metaData refId="isTracable">
    <dcc:validXMLList>true true true</dcc:validXMLList>
  </dcc:metaData>
</dcc:measurementMetaData>

```

Abbildung 24: Beispiel zur Darstellung der metrologischen Rückführbarkeit und Abdeckung der Kalibrier- und Messmöglichkeiten.

8.5.2 Aussagen zur Konformität eines Messmittels

Konformitätsaussagen zu Messergebnissen werden in einem DCC im Bereich <dcc:metaData> getroffen. Detailliertere Beschreibungen dazu lassen sich in [1] finden.

8.5.3 Liste aller Community spezifischen RefTypes

Die in diesem Ausgabestand verwendeten, Messgrößen spezifischen refTypes sind in nachfolgender Tabelle 3 aufgeführt. Zudem wird in der Spalte Status angegeben, ob der RefType bereits in der Datenbank [2] hinterlegt ist („ja“), oder sich aktuell noch in der Diskussion befindet („nein“). Für den aktuellen Stand ist die offizielle Datenbank [2] zu konsultieren.

Tabelle 3: Auflistung der in der aktuellen Ausgabe des Expertenberichts eingesetzten messgrößenspezifischen refTypes.

Namespace	refType	Status	Beschreibung
basic	calibrationMedium	ja	Informationen über die Substanz in oder mit der die Kalibrierung durchgeführt wurde und die mit dem Kalibriergegenstand (z. B. Messspitze) während der Kalibrierung in Berührung war.
basic	setPointValue	nein	Vorgegebener Wert für die Referenzeinrichtung für die kalibrierte Messgröße
humidity	flowVelocity	ja	Angabe Anströmgeschwindigkeit
humidity	hysteresis	ja	Angabe Berücksichtigung Hysterese
humidity	isInUncertainty	ja	Wert wurde in Unsicherheit berücksichtigt
humidity	IsMeasured	ja	Wert wurde gemessen
humidity	ImmersedCableLength	ja	(Teil-)Länge des Kabels, das sich in der Kalibriereinrichtung befindet
humidity	itemCableLength	ja	Kabellänge gesamt
humidity	itemProbeDiameter	ja	Durchmesser des Feuchtefühlers
humidity	relativeGasHumidityAbove	ja	Angabe, ob die relativen Feuchte als Sättigung über Wasser (water) oder Eis (ice) angegeben wird.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206	DKD-E 5-3	
		Ausgabe:	02/2026
		Revision:	0
		Seite:	44 / 47

humidity	stabilisationTime	ja	Zeit vom Erreichen einer hinreichenden Annäherung des Referenzwertes der Kalibriereinrichtung an den Sollwert bis zum Beginn der Messwertaufnahme, die für das Kalibrierergebnis verwendet wird (Angleichszeit).
humidity	subProcedure	nein	Angabe des Kalibrierablaufs

9 Messgeräte zur Bestimmung der absoluten Feuchte

Zu dieser Kategorie zählen vor allem Taupunktspiegel-Hygrometer. Für diese Art der Kalibriergegenstände existiert noch keine entsprechende DKD-Richtlinie, so dass akkreditierte Kalibrierlabore diese nach eigenen nicht genormten Verfahren kalibrieren. Daher werden Taupunktspiegel-Hygrometer in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

10 Strahlungsthermometer

Strahlungsthermometer werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

11 Oberflächen-Thermometer

Oberflächen-Thermometer werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

12 Mechanische Thermometer

Mechanische Thermometer werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

13 Angabe von Interpolationsfunktionen und deren Koeffizienten im DCC

Viele Kalibrierungen im Bereich der Temperatur und Gasfeuchte erfordern die Angabe von Interpolationsfunktionen und den entsprechenden Koeffizienten im Kalibrierschein. Die Diskussionen hierzu laufen zum Zeitpunkt der Ausgabe dieses Berichtes, insbesondere mit Blick auf eine maschineninterpretierbare Darstellung werden Details hierzu erst in einer zukünftigen Ausgabe berücksichtigt.

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206	DKD-E 5-3	
		Ausgabe:	02/2026
		Revision:	0
		Seite:	45 / 47

14 Fixpunkte für die Darstellung und Weitergabe der Größe Temperatur

Fixpunkte für die Darstellung und Weitergabe der Größe Temperatur werden in einer zukünftigen Ausgabe dieses Expertenberichts berücksichtigt. Grundsätzlich sind die relevanten Ausführungen der bisherigen Kapitel sinngemäß nutzbar.

15 Literaturverzeichnis

- [1] Expertenbericht DKD-E 0-3: Allgemeine Konventionen und Empfehlungen zur harmonisierten Erstellung von Digitalen Kalibrierscheinen (DCCs), Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig and Berlin.
- [2] TemaTres, Metrology refType Database. Online [abgerufen am 19. Januar 2026] <https://dilab.ptb.de/dkd/refType/vocab>.
- [3] Physikalisch-Technische Bundesanstalt. (2024). SmartCom Digital-SI (D-SI) XML-exchange format for metrological data version 2.2.1. Zenodo. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12200678>.
- [4] DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2017
- [5] Present Estimates of the Differences Between Thermodynamic Temperatures and the ITS-90, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10765-011-0922-1>, Int J Thermophys (2011) 32:12–25
- [6] 2022 Update for the Differences Between Thermodynamic Temperature and ITS-90 Below 335 K, DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0131026>, **Fehler! Linkreferenz ungültig.** 51(4):043105
- [7] SI Brochure The International System of Units (SI), 9th edition (2019)
- [8] Mise en pratique for the definition of the kelvin in the SI, SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2
- [9] Richtlinie DKD-R 5-8, Kalibrierung von Hygrometern zur direkten Erfassung der relativen Feuchte, Ausgabe 02/2019, Revision 0 Physikalisch-technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. DOI: <https://doi.org/10.7795/550.20190214>
- [10] Metrological challenges for measurements of key climatological observables. Part 4: atmospheric relative humidity, <http://dx.doi.org/10.1088/0026-1394/53/1/R40>, Metrologia 53 (2016) R40–R59
- [11] Melzer, M., Deschermeier, R., Bünger, L., Wroblowski, O., Demir, M.-A., Bubser, F., and Schüür, J.: The DCC for temperature and humidity quantities: good practice for enhanced interoperability, Measurement, p. 120109 (2026), <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2025.120109>
- [12] Richtlinie DKD-R 5-1 Kalibrierung von Widerstandsthermometern, Ausgabe 11/2023, Revision 0, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. DOI: <https://doi.org/10.7795/550.20231130>
- [13] DIN ISO 8601-1 Datum und Uhrzeit - Darstellung für den Informationsaustausch - Teil 1: Grundlegende Regeln (ISO 8601-1:2019)

	Anleitung zur Nutzung des DCC-Schemas für die Erstellung eines digitalen Kalibrierscheins für Temperatur- und Feuchtemessgrößen https://doi.org/10.7795/550.20260206		DKD-E 5-3	
			Ausgabe:	02/2026
			Revision:	0
			Seite:	46 / 47

Anhang A

Good-Practice-DCC für die Kalibrierung von Widerstandsthermometern nach DKD-R 5-1

Das GP steht unter <https://doi.org/10.7795/550.20260206A> zum Download zur Verfügung und kann als Vorlage (Template) genutzt werden, um daraus die laborspezifischen Templates zu erstellen.

Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf eine komplette Darstellung an dieser Stelle verzichtet.

Anhang B

Good-Practice-DCC für die Kalibrierung von Messgeräten zur Erfassung der relativen Feuchte nach DKD-R 5-8

Das GP steht unter <https://doi.org/10.7795/550.20260206B> zum Download zur Verfügung und kann als Vorlage (Template) genutzt werden, um daraus die laborspezifischen Templates zu erstellen.

Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf eine komplette Darstellung an dieser Stelle verzichtet.



Herausgeber:

Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Deutscher Kalibrierdienst
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

www.dkd.eu
www.ptb.de