

DIN EN IEC 60751

ICS 17.200.20

EntwurfEinsprüche bis 2019-10-23
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60751:2009-05**Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und
Platin-Temperatursensoren
(IEC 65B/1144/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors
(IEC 65B/1144/CD:2018);
Text in German and English

Thermomètres à résistance de platine industriels et capteurs thermométriques en platine
(IEC 65B/1144/CD:2018);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-08-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 40 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 65B/1144/CD:2018 „Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 65B „Measurement and control devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 961 „Elektrische Messgrößenaufnehmer“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60751:2009-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Gleichungen und Koeffizienten sind die Definition für das Temperatur-Widerstands-Verhältnis;
- b) numerische Tabelle (Temperatur/Widerstand-Beziehung) wird informativ und in Anhang A verschoben;
- c) Toleranzabnahme wird geändert;
- d) Konzept der Unsicherheit wird zur Bewertung einiger der Testergebnisse eingeführt;
- e) die deutsche Fassung wurde in Abschnitt 2 an den aktuellen Standardtext angepasst.

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich.....	5
2	Normative Verweisungen.....	5
3	Begriffe.....	5
4	Kennlinien.....	7
4.1	Temperatur/Widerstand-Beziehung.....	8
4.2	Widerstandswerte.....	8
5	Allgemeine Anforderungen.....	8
5.1	Genauigkeitsklassen.....	8
5.1.1	Temperaturbezogener Gültigkeitsbereich.....	8
5.1.2	Messwiderstände.....	9
5.1.3	Thermometer.....	9
5.1.4	Spezifische Genauigkeitsklassen und spezifische Gültigkeitsbereiche.....	9
5.2	Messstrom.....	9
5.3	Spannungsversorgung.....	10
5.4	Anschlussarten.....	10
6	Prüfungen.....	10
6.1	Allgemeines.....	10
6.1.1	Stückprüfungen.....	10
6.1.2	Typprüfungen.....	11
6.1.3	Zusätzliche Typprüfungen.....	11
6.1.4	Zusammenfassung der Prüfungen.....	11
6.2	Stückprüfungen für Messwiderstände.....	11
6.2.1	Prüfung auf Einhaltung der Grenzabweichung.....	11
6.3	Stückprüfung für Thermometer.....	12
6.3.1	Isolationswiderstand bei Raumtemperatur.....	12
6.3.2	Dichtheit der Armatur.....	12
6.3.3	Maßhaltigkeitstest.....	13
6.3.4	Prüfung auf Einhaltung der Grenzabweichung.....	13
6.4	Typprüfung für Messwiderstände.....	13
6.4.1	Grenzabweichung.....	13
6.4.2	Stabilität bei Höchsttemperatur.....	14
6.4.3	Eigenerwärmung.....	14
6.5	Typprüfung für Thermometer.....	14
6.5.1	Grenzabweichung.....	14
6.5.2	Isolationswiderstand bei höheren Temperaturen.....	14
6.5.3	Kaltsiegelung.....	14
6.5.4	Thermische Ansprechzeit.....	14
6.5.5	Stabilität bei Höchsttemperatur.....	15

	Seite
6.5.6 Thermoelektrischer Effekt	15
6.5.7 Auswirkungen von Temperaturwechseln	15
6.5.8 Hysterese-Effekt	15
6.5.9 Eigenerwärmung	15
6.5.10 Minimale Eintauchtiefe	15
6.6 Zusätzliche Typentests für Spezialanwendungen von Thermometern	16
6.6.1 Kapazität	16
6.6.2 Induktivität	16
6.6.3 Spannungsfestigkeit	16
6.6.4 Schwingprüfung	16
6.6.5 Stoßprüfung	16
7 Vom Hersteller zur Verfügung zu stellende Informationen	16
7.1 Nur für Messwiderstände:	16
7.2 Für Messwiderstände und/oder Thermometer:	16
8 Identifikation und Kennzeichnung der Thermometer	17
Anhang A (informativ) Numerische Tabelle	18
Bilder	
Bild 1 – Anschlussarten	10
Bild 2 – Beispiele von Prüfergebnissen für zuzulassende oder abzuweisende Messwiderstände werden für die Genauigkeitsklasse 0,1 angezeigt. Die Grenzen sind Teil des Grenzabweichungsbereichs.	12
Tabellen	
Tabelle 1 – Genauigkeitsklassen für Messwiderstände	9
Tabelle 2 – Genauigkeitsklasse von Thermometern	9
Tabelle 3 – Tabelle der in dieser Norm beschriebenen Prüfungen	11
Tabelle 4 – Mindestisolationswiderstand von Thermometern bei maximaler Temperatur	14
Tabelle A.1 – Temperatur/Widerstand-Beziehung; $R_0 = 100,00$ (1 von 3)	18

Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Temperatursensoren

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Anforderungen und die Temperatur/Widerstand-Beziehung für industrielle Platin-Widerstandsthermometer – nachfolgend als „Thermometer“ bezeichnet – und für industrielle Platin-Widerstands-Temperatursensoren – nachfolgend als „Platin-Messwiderstände“ oder „Messwiderstände“ bezeichnet – fest, deren elektrischer Widerstand eine definierte Funktion der Temperatur ist.

Die Norm gilt für Platin-Messwiderstände, deren Temperaturkoeffizient α , definiert als

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 \cdot 100 \text{ }^{\circ}\text{C}},$$

üblicherweise dargestellt wird als $\alpha = 3,851 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, wobei R_{100} den Widerstand bei $t = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ und R_0 den Widerstand bei $t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ kennzeichnet.

Die Temperaturwerte in dieser Norm beruhen auf der Internationalen Temperaturskala von 1990, ITS-90. Temperaturwerte in $^{\circ}\text{C}$ werden durch das Symbol t bezeichnet, außer in Tabelle 1, wo die volle Bezeichnung $t_{90}/^{\circ}\text{C}$ verwendet wird.

Diese Norm bezieht sich auf Widerstände oder Thermometer für den Temperaturbereich von $-200 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+850 \text{ }^{\circ}\text{C}$ oder für Teilbereiche davon mit verschiedenen Grenzabweichungen, die wiederum für eingeschränkte Temperaturbereiche gelten können.

Für Temperatur/Widerstand-Beziehungen mit Unsicherheiten $< 0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, die nur bei Widerständen oder Thermometern mit außerordentlich hoher Stabilität und individueller Kalibrierung einzuhalten sind, könnte eine komplexere Interpolationsgleichung als die hier beschriebene notwendig sein. Die Angabe solcher Gleichungen liegt außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm.

Damit ein Thermometer der Norm entspricht, muss es Messwiderstände verwenden, die der Norm entsprechen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61298-1: *Process Measurement and Control devices – General Methods and Procedures for Evaluating Performance – Part 1: General considerations*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Platin-Messwiderstand (Platin-Temperatursensor)

Widerstand, bestehend aus einem Platindraht oder einer Platinschicht mit definierten elektrischen Eigenschaften, eingebettet in einen Isolator (meist Glas oder Keramik) und ausgelegt zum Einbau in ein Widerstandsthermometer oder in eine integrierte Schaltung

3.2

Platin-Widerstandsthermometer

(en: **platinum resistance thermometer (PRT)**)

temperaturerfassende Einheit, bestehend aus einem oder mehreren Platin-Messwiderständen in einer Schutzarmatur, internen Verbindungsdrähten und externen Anschlüssen für die Verbindung mit elektrischen Messgeräten. Befestigungselemente und Anschlussköpfe können dazu gehören. Nicht dazu zählen separate Schutzrohre oder Tauchhülsen.

3.3

Nennwiderstand

der zu erwartende Widerstand R_0 eines Messwiderstandes oder Widerstandsthermometers bei 0 °C, der vom Hersteller angegeben und auf dem Thermometer ausgewiesen ist. Gewöhnlich ist der Nennwert auf den nächsten ganzzahligen Ohmwert gerundet. Platin-Widerstände sind zumeist durch ihre Nennwerte charakterisiert: Ein Pt100-Widerstand ist z. B. ein Widerstand mit $R_0 = 100 \text{ W}$. Die Eintauchtiefe, bei der die Änderung des Anzeigewertes gegenüber dem bei voller Eintauchtiefe gemessenen Wert 0,1 °C nicht überschreitet.

3.4

Anschluss

die Verbindungselemente des Widerstandsthermometers

Typische Anschlüsse sind:

- Schraubklemmen oder Klemmen auf einem Anschlusssockel,
- Steckkontakte von festen Anschlüssen,
- freie Enden von fest angeschlossenen Kabeln

oder Ähnliches.

3.5

temperaturempfindliche Länge

die Länge des Thermometerabschnittes, dessen Temperatur maßgeblich den zu messenden Widerstand beeinflusst. Im Allgemeinen ist die temperaturempfindliche Länge von der Länge des Messwiderstandes bestimmt.

3.6

minimale Eintauchtiefe

die Länge des Thermometerabschnittes, dessen Temperatur maßgeblich den zu messenden Widerstand beeinflusst. Im Allgemeinen ist die temperaturempfindliche Länge von der Länge des Messwiderstandes bestimmt.

3.7

Grenzabweichung

die Grenzabweichung von Widerständen und Thermometern ist die als $\Delta t(t)$ ausgedrückte maximal zulässige Abweichung vom Verhältnis von Nenntemperatur zu Widerstand $R(t)$. Dabei ist t in Abschnitt 1 (Anwendungsbereich) definiert.

3.8

Spannungsfestigkeit

die maximale Spannung zwischen allen Teilen des elektrischen Messkreises und der Schutzarmatur des Thermometers oder bei Thermometern mit zwei oder mehr Messkreisen zwischen zwei beliebigen Messkreisen, die an das Thermometer ohne Schaden angelegt werden kann. Die Messbedingungen für Gleichspannung oder Wechselspannung (mit Frequenz) sind anzugeben.

3.9

Isolationswiderstand

der elektrische Widerstand, der zwischen jedem Teil des Messkreises und der Schutzarmatur des Thermometers bei Raumtemperatur oder bei einer erhöhten Temperatur mit einer jeweils anzugebenden Messspannung (Gleich- oder Wechselspannung) gemessen wird.

3.10**Eigenerwärmung**

Temperaturanstieg eines Widerstandes oder des Widerstandes innerhalb eines Thermometers, der durch Energiefreisetzung infolge des Messstromes entsteht

3.11**Eigenerwärmungskoeffizient**

der Eigenerwärmungskoeffizient mit der Maßeinheit $^{\circ}\text{C}/\text{mW}$, der charakteristisch für einen Widerstand gegenüber einem Thermometer ist und die Temperaturerhöhung des Widerstandes je Verlustleistungsmenge festlegt. Der Koeffizient gilt für definierte Betriebsbedingungen des Messwiderstandes oder des Thermometers. Anzugeben sind das Messmedium, dessen Strömungsgeschwindigkeit und die Temperatur.

3.12**thermische Ansprechzeit**

die Zeit, die ein Thermometer benötigt, um einen bestimmten prozentualen Teil eines Temperatursprungs zu erreichen

3.13**thermoelektrischer Effekt**

der Effekt der Generierung einer elektromotorischen Kraft (im Folgenden mit EMK abgekürzt) durch im Messkreis verwendete unterschiedliche Metalle und durch thermoelektrisch inhomogene interne Anschlussdrähte unter Einwirkung eines Temperaturgradienten entlang der Drähte. Die generierte EMK wird über die Anschlüsse des Thermometers gemessen, wobei das Thermometer einer bestimmten Temperatur ausgesetzt wird.

3.14**Hysterese**

Eigenschaft eines Gerätes, unterschiedliche Ausgangswerte in Bezug auf seine Eingangswerte zu liefern, die von der Wirkrichtung abhängig sind, in der die Eingangswerte angelegt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Hysterese, wie in IEC 61298-1 definiert, kann bei Thermometern mit der in Abschnitt 6.5.7 dieser Norm beschriebenen Methode erzeugt werden.

3.15**erweiterte Messunsicherheit**

Größe, die ein Intervall für ein Messergebnis definiert, von dem zu erwarten ist, dass es einen großen Teil der Werteverteilung umfasst, die der Messgröße vernünftigerweise zugeordnet werden könnte.

3.16**Erweiterungsfaktor**

Zahlenfaktor, der, zur Schaffung einer erweiterten Messunsicherheit, als Multiplikator für die kombinierten Standardmessunsicherheit verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Erweiterungsfaktor k liegt im Allgemeinen im Bereich von 2 bis 3.

[QUELLE: JCGM 100:2008, GUM 1995 mit kleineren Korrekturen; Auswertung von Messdaten – Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen. BIPM (Bureau International des Poids et Mesures), online veröffentlicht unter www.bipm.org.]

4 Kennlinien

Die in diesem Abschnitt angeführten Temperatur/Widerstand-Beziehungen und Grenzabweichungen gelten bei Messwiderständen an deren Anschlusspunkten. Bei Thermometern gelten sie für das komplette Thermometer an dessen Anschlüssen.

Im Fall von Zwei-Leiter-Verbindungen (siehe Abschnitt 5.4) müssen die Widerstandswerte der Leitungen zwischen dem internen Anschlusspunkt des Widerstandes und dem äußeren Thermometeranschluss berücksichtigt werden. Unter Umständen sind sie auf dem Thermometer angegeben und müssen von den gemessenen Widerstandswerten abgezogen werden. In manchen Fällen kann es auch ratsam sein, den Temperaturkoeffizienten der Anschlussdrähte, ihre geometrischen Merkmale und die Temperaturverteilung entlang der Drähte zu berücksichtigen.

4.1 Temperatur/Widerstand-Beziehung

Die Zusammenhänge von Temperatur und Widerstand sind in dieser Norm durch die folgende Formel definiert.

Für den Temperaturbereich -200 °C bis 0 °C :

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t - 100\text{ °C})t^3]$$

Für den Temperaturbereich von 0 °C bis 850 °C :

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

Dabei ist

R_t der Widerstand bei der Temperatur t ;

R_0 der Widerstand bei $t = 0\text{ °C}$.

Die Werte der Konstanten in dieser Gleichung sind:

$$A = 3,9083 \times 10^{-3}\text{ °C}^{-1}$$

$$B = -5,775 \times 10^{-7}\text{ °C}^{-2}$$

$$C = -4,183 \times 10^{-12}\text{ °C}^{-4}$$

Diese Gleichungen und Koeffizienten wurden verwendet, um die Tabelle A1 der Widerstandswerte zu berechnen.

4.2 Widerstandswerte

Durch die definierten Gleichungen und Koeffizienten kann die Temperatur/Widerstand-Beziehung numerisch berechnet werden. Der Wert ist in Tabelle A1 des Anhangs dargestellt. Die in der Tabelle angegebenen Werte gelten für einen Messwiderstand und ein Thermometer mit einem Nennwiderstand von $100\ \Omega$. Bei anderen Nennwiderständen R_0 sind z. B. $10\ \Omega$, $500\ \Omega$ oder $1000\ \Omega$ zulässig, und die Tabelle A1 kann angewendet werden, indem die Tabellenwerte mit dem Faktor $R_0/100\ \Omega$ multipliziert werden.

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Genauigkeitsklassen

5.1.1 Temperaturbezogener Gültigkeitsbereich

Die temperaturbezogenen Gültigkeitsbereiche der Genauigkeitsklassen von Messwiderständen nach Tabelle 2 basieren auf Einsatzerfahrungen mit Schicht- und drahtgewickelten Messwiderständen. Sie zeigen, dass innerhalb dieser Bereiche die Mehrzahl der Messwiderstände ihre Genauigkeit und andere Leistungsparameter einhalten können. Der Wert von -196 °C wurde gewählt, weil dieser nahe dem Siedepunkt von flüssigem Stickstoff liegt.

Ein Thermometer darf nicht außerhalb des festgelegten Temperaturbereichs betrieben werden. Wenn das Thermometer außerhalb seiner angegebenen Genauigkeitsklassentemperatur betrieben wurde und anschließend bei einer Temperatur innerhalb seiner Genauigkeitsklasse verwendet wird, ist die angegebene Genauigkeitsklasse des Widerstandsthermometers nicht mehr definiert, und es muss eine Neukalibrierung durchgeführt werden.

5.1.2 Messwiderstände

Die Grenzwertabweichungen von Messwiderständen nach der (ursprünglichen) Herstellung werden in Tabelle 2 klassifiziert. Diese Angaben gelten für Messwiderstände mit beliebigem R_0 -Wert. Sollte der angegebene Temperaturbereich eines besonderen Thermometers kleiner sein als in dieser Tabelle angegeben, so muss das spezifiziert werden.

Tabelle 1 – Genauigkeitsklassen für Messwiderstände

Für drahtgewickelte Widerstände		Für Schichtwiderstände		Grenzabweichung (°C)
Genauigkeitsklasse	Temperaturgültigkeitsbereich (°C)	Genauigkeitsklasse	Temperaturgültigkeitsbereich (°C)	
W 0,1	–100 bis +350	F 0,1	0 bis +150	$\pm(0,1 + 0,0017 t)$
W 0,15	–100 bis +450	F 0,15	–30 bis +300	$\pm(0,15 + 0,002 t)$
W 0,3	–196 bis +660	F 0,3	–50 bis +500	$\pm(0,3 + 0,005 t)$
W 0,6	–196 bis +660	F 0,6	–50 bis +600	$\pm(0,6 + 0,01 t)$
ANMERKUNG 1 $ t $ = Betrag der Temperatur in °C ohne Berücksichtigung des Vorzeichens				

5.1.3 Thermometer

Die Grenzwertabweichungen von Messwiderständen nach der (ursprünglichen) Herstellung werden in Tabelle 3 klassifiziert. Diese Angaben gelten für Thermometer mit beliebigem R_0 -Wert. Sollte der angegebene Temperaturbereich eines besonderen Thermometers kleiner sein als in dieser Tabelle angegeben, so muss das spezifiziert werden.

Tabelle 2 – Genauigkeitsklasse von Thermometern

Genauigkeitsklasse	Temperaturgültigkeitsbereich (°C) für Thermometer, die hergestellt wurden mit		Grenzabweichungen (°C)
	Drahtgewickelte Widerstände	Schichtwiderstände	
AA	–100 bis +300	0 bis +150	$\pm(0,1 + 0,0017 t)$
A	–100 bis +450	–30 bis +300	$\pm(0,15 + 0,002 t)$
B	–196 bis +600	–50 bis +500	$\pm(0,3 + 0,005 t)$
C	–196 bis +600	–50 bis +600	$\pm(0,6 + 0,01 t)$
ANMERKUNG 1 $ t $ = Betrag der Temperatur in °C ohne Berücksichtigung des Vorzeichens			
ANMERKUNG 2 Temperaturgültigkeitsbereich der Grenzabweichungen kann vom Hersteller eingeschränkt oder erweitert werden. Für Klasse B kann der Bereich beispielsweise auf –200 °C bis 660 °C festgelegt werden.			

5.1.4 Spezifische Genauigkeitsklassen und spezifische Gültigkeitsbereiche

Genauigkeitsklassen und Gültigkeitsbereiche, die von den Werten in den Tabellen 2 und 3 abweichen, müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Einige der empfohlenen spezifischen Genauigkeitsklassen sind Vielfache oder Bruchteile der Grenzabweichung der Klasse B. Eine spezifische Genauigkeitsklasse ohne Angabe des Temperaturgültigkeitsbereiches ist nicht zulässig.

5.2 Messstrom

Der Messstrom durch den Widerstand muss auf einen Wert begrenzt werden, bei dem die Eigenerwärmung des Thermometers unter Bedingungen wie in Abschnitt 6.4.3 festgelegt 25 % der Grenzabweichung der

jeweils angegebenen Genauigkeitsklasse nicht überschreitet. Normalerweise ist der Messstrom für einen drahtgewickelten 100- Ω -Widerstand nicht höher als 1 mA.

5.3 Spannungsversorgung

Widerstände und Thermometer müssen so konstruiert werden, dass sie für den Gebrauch in Messsystemen geeignet sind, die mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom bei Frequenzen bis zu 100 Hz gespeist werden. Einige Messsysteme können auch die Eignung für Messströme mit höheren Frequenzen verlangen.

5.4 Anschlussarten

Thermometer mit einer Genauigkeitsklasse besser als Klasse B sollten in 3- oder 4-Leiter-Schaltung ausgeführt werden, wobei die 4-Leiter-Konfiguration empfohlen wird.

Thermometer können mit ein oder zwei Widerständen sowie in verschiedenen internen Anschlussarten aufgebaut sein. Die Bezeichnung und/oder Kennzeichnung der Anschlüsse wird in Bild 1 gezeigt.

	2-Leiter-Anschluss	3-Leiter-Anschluss	4-Leiter-Anschluss
1 Widerstand			
2 Widerstände			

Bild 1 – Anschlussarten

6 Prüfungen

6.1 Allgemeines

Prüfungen müssen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Messwiderstände oder Thermometer den Anforderungen dieser Norm genügen.

Es ist nicht beabsichtigt oder empfohlen, dass alle Prüfungen mit jedem gelieferten Messwiderstand oder Thermometer durchgeführt werden. In diesem Kapitel werden verschiedene Arten von Prüfungen beschrieben.

6.1.1 Stückprüfungen

Diese müssen mit jedem nach dieser Norm gefertigten Messwiderstand oder Thermometer durchgeführt werden. Diese Prüfungen sind auch Teil der Typprüfungen.

6.1.2 Typprüfungen

Sie müssen mit Mustern von Messwiderständen und Thermometern jeder Ausführung und für jeden Temperaturbereich durchgeführt werden. Dabei wird zwischen Prüfungen für Thermometer und Widerstände unterschieden.

6.1.3 Zusätzliche Typprüfungen

Sie können aufgrund anderer Regelwerke erforderlich sein oder werden für besondere Anwendungen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart. Wenn nicht anders festgelegt, gibt es keine festen Vorgaben für die Durchführung der Prüfungen. Die Testergebnisse müssen auf Anforderung bereitgestellt werden.

6.1.4 Zusammenfassung der Prüfungen

Tabelle 3 gibt eine Zusammenfassung der in dieser internationalen Norm beschriebenen Prüfungen und verweist auf die Abschnitte mit den Details zu diesen Tests.

Tabelle 3 – Tabelle der in dieser Norm beschriebenen Prüfungen

	Stückprüfungen		Typprüfungen		Zusätzliche Typprüfungen
	Messwiderstände	Thermometer	Messwiderstände	Thermometer	
Grenzabweichung	6.2.1	6.3.4	6.4.1	6.3.4	
Isolationswiderstand bei Raumtemperatur		6.3.1		6.3.1	
Dichtheit der Armatur		6.3.2		6.3.2	
Maßhaltigkeitstest		6.3.3		6.3.3	
Stabilität bei Höchsttemperatur			6.4.2	6.5.5	
Thermoelektrischer Effekt				6.5.6	
Eigenerwärmung			6.4.3	6.5.9	
Isolationswiderstand bei höheren Temperaturen				6.5.1	
Thermische Ansprechzeit				6.5.3	
Auswirkungen von Temperaturwechseln				6.5.7	
Hysterese				6.5.8	
Minimale Eintauchtiefe				6.5.10	
Kaltsiegelung				6.5.3	
Kapazität					6.6.1
Induktivität					6.6.2
Spannungsfestigkeit					6.6.3
Schwingprüfung					6.6.4
Stoßprüfung					6.6.5

6.2 Stückprüfungen für Messwiderstände

6.2.1 Prüfung auf Einhaltung der Grenzabweichung

Alle Typen von Messwiderständen müssen bei mindestens einer Temperatur geprüft werden. Die Prüftemperatur müssen zwischen -5 °C und $+30\text{ °C}$, vorzugsweise bei 0 °C liegen.

Widerstände der Klassen 0,15 oder besser müssen noch bei mindestens einer weiteren Temperatur geprüft werden. Diese Prüftemperatur muss der unteren oder oberen Temperaturbereichsgrenze des Messwiderstands entsprechen oder mindestens 90 °C von der ersten Prüftemperatur entfernt liegen, je nachdem, welche Differenz die kleinere ergibt.

Der Hersteller muss garantieren, dass der Widerstand innerhalb der angegebenen Grenzabweichung liegt. Beim Selektieren der Widerstände muss die Messunsicherheit der Prüfung berücksichtigt werden. Die höchstzulässige erweiterte Unsicherheit sollte 1/3 des Grenzabweichungsbereichs betragen. Siehe hierzu das Beispiel in Bild 2: Beim Hersteller gemessen, ist nur Widerstand Nr. 1 innerhalb der Genauigkeitsklasse. Beim Kunden gemessen, kann nur Widerstand Nr. 4 zurückgewiesen werden. Im Allgemeinen sind die Grenzen Teil der Genauigkeitsklasse.

Die Auswahlkriterien für den Hersteller sind folgende: Die gemessene Abweichung plus die Messunsicherheit des Verfahrens (einschließlich eines Dehnungsfaktors $k=2$) muss vollständig innerhalb des entsprechenden Grenzabweichungsbereichs liegen.

Die Rückweiskriterien für den Anwender sind folgende: Die Grenzabweichung ist nicht eingehalten, wenn das Prüfergebn, ausgedrückt als Temperaturabweichung plus die Messunsicherheit des Verfahrens (einschließlich eines Dehnungsfaktors $k = 2$) außerhalb des Grenzabweichungsbereichs liegt.

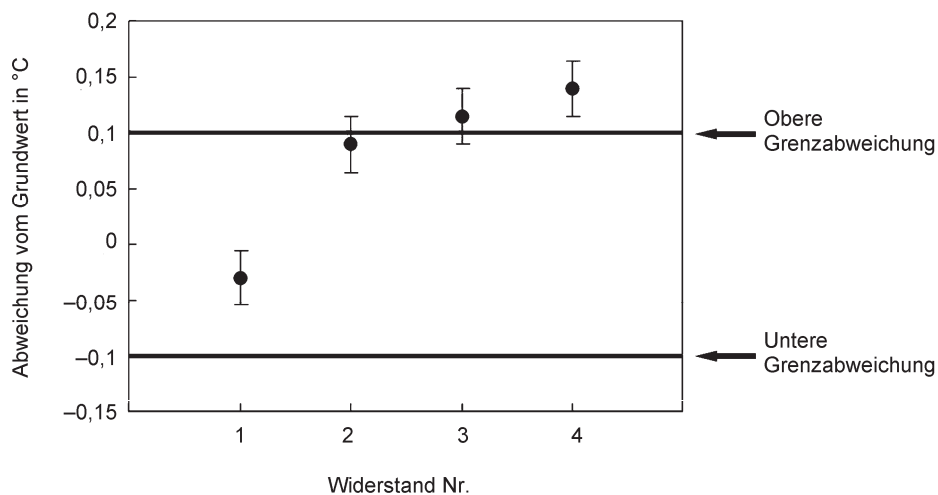


Bild 2 – Beispiele von Prüfergebnissen für zuzulassende oder abzuweisende Messwiderstände werden für die Genauigkeitsklasse 0,1 angezeigt. Die Grenzen sind Teil des Grenzabweichungsbereichs.

6.3 Stückprüfung für Thermometer

6.3.1 Isolationswiderstand bei Raumtemperatur

Der Isolationswiderstand zwischen jedem Messkreis und der Armatur muss mit einer Spannung von mindestens 100 V DC gemessen werden.

Der Isolationswiderstand darf nicht unter 100 MΩ liegen.

Für Thermometer mit zwei oder mehr Messkreisen muss die Prüfung zwischen den einzelnen Kreisen durchgeführt werden.

6.3.2 Dichtheit der Armatur

Die Dichtheit der Armatur und aller Schweißnähte muss mit geeigneten Methoden geprüft werden.

Einige Beispiele wie die Prüfung des Isolationswiderstands in Abschnitt 6.3.1 sind in dieser Norm erwähnt. Die Dichtheit kann auch mit anderen geeigneten Verfahren getestet werden, die in dieser Norm nicht erwähnt