

DIN EN 60539-1

ICS 31.040.30

Einsprüche bis 2013-11-27
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60539-1:2008-11

Entwurf

**Direkt geheizte temperaturabhängige Widerstände mit negativem
Temperaturkoeffizienten –
Teil 1: Fachgrundspezifikation
(IEC 40/2243/CD:2013)**

Directly heated negative temperature coefficient thermistors –
Part 1: Generic specification
(IEC 40/2243/CD:2013)

Thermistors à coefficient de température négatif à chauffage direct –
Partie 1: Spécification générique
(CEI 40/2243/CD:2013)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-09-27 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme 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 im DIN und VDE (Hausanschrift: 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 87 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich	5
1.2 Normative Verweisungen	5
2 Technische Daten	6
2.1 Einheiten, Symbole und Begriffe	6
2.2 Begriffe	7
2.3 Vorzugswerte	15
2.4 Kennzeichnung	16
3 Qualitätsbewertungsverfahren	16
3.1 Allgemeines	16
3.2 Primäre Fabrikationsstufe	16
3.3 Baulich ähnliche Bauelemente	16
3.4 Verfahren der Bauartanerkennung	17
3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung	18
3.6 Bestätigte Prüfberichte freigegebener Lose	18
3.7 Verzögerte Auslieferung	18
3.8 Freigabe zur Auslieferung im Rahmen der Bauartanerkennung vor Beendigung der Prüfungen der Gruppe B	18
3.9 Wahlweise anzuwendende Prüfverfahren	18
3.10 Ungeprüfte Parameter	18
4 Prüf- und Messverfahren	19
4.1 Allgemeines	19
4.2 Normalklima für Prüfungen	19
4.3 Trocknung und Nachbehandlung	19
4.4 Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Thermistoren)	20
4.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	21
4.6 Nulllast-Widerstand	21
4.7 B -Wert oder Widerstandsverhältnis	22
4.8 Isolationswiderstand (nur bei isolierten Bauarten)	22
4.9 Spannungsprüfung (nur bei isolierten Bauarten)	25
4.10 Temperaturabhängigkeit des Widerstands	25
4.11 Verlustfaktor (δ)	25
4.12 Thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur (τ_a)	27
4.13 Thermische Zeitkonstante für die Abkühlung nach Eigenerwärmung (τ_c)	27
4.14 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse (gilt nicht für oberflächenmontierbare Thermistoren)	28
4.15 Lötwärmebeständigkeit	29
4.16 Lötbarkeit	30
4.17 Rascher Temperaturwechsel	31

	Seite
4.18 Schwingen	31
4.19 Schocken	32
4.20 Frei Fallen (falls in der Bauartspezifikation festgelegt)	32
4.21 Temperaturschock (falls in der Bauartspezifikation festgelegt)	32
4.22 Kälte (falls in der Rahmenspezifikation festgelegt)	33
4.23 Trockene Wärme (falls in der Rahmenspezifikation gefordert)	33
4.24 Feuchte Wärme, konstant	34
4.25 Dauerprüfung	34
4.26 Scherprüfung (Haftvermögen) (nur bei oberflächenmontierbaren Thermistoren)	38
4.27 Trägerbiegeprüfung (nur bei oberflächenmontierbaren Thermistoren)	39
4.28 Lösemittelbeständigkeit des Bauelements	39
4.29 Lösemittelbeständigkeit der Kennzeichnung	39
4.30 Salznebel (falls in der Rahmenspezifikation gefordert)	40
4.31 Dichtheit (falls in der Rahmenspezifikation gefordert)	40
4.32 Zusammengesetzte Prüfung, Temperatur/Feuchte, zyklisch (falls in der Rahmenspezifikation gefordert)	40
Anhang A (normativ) Auslegung der Stichprobenpläne und Verfahren nach IEC 61193-2 für die Verwendung im IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ)	41
Anhang B (normativ) Regeln für die Erstellung von Bauartspezifikationen für Kondensatoren und Widerstände für elektronische Einrichtungen	42
Anhang C (informativ) Typische Beispiele für Befestigungen für die Messung von direkt geheizten Thermistoren	43
 Bilder	
Bild 1 – Übliche Temperaturabhängigkeit des Widerstands für Heißeiter	9
Bild 2 – Reduzierte Verlustleistungskurve	11
Bild 3 – Höchste Strombelastbarkeit	13
Bild 4 – Grundschialtung zur Messung des Nulllast-Widerstands	22
Bild 5 – Prüfverfahren 1	22
Bild 6 – Prüfverfahren 2	23
Bild 7 – Prüfverfahren 2	23
Bild 8 – Prüfverfahren 3	24
Bild 9 – Prüfverfahren 4	24
Bild 10 – Beispiel für eine Prüfkammer	26
Bild 11 – Schaltplan zur Messung des Verlustfaktors	26
Bild 12 – Schaltung zur Messung der thermischen Zeitkonstante	28
Bild 13 – Dauerprüfung bei Raumtemperatur mit Schaltung zur Auswertung von $I_{\max 25}$	35
Bild 14 – Schaltung für die Prüfung der höchstzulässigen Kapazität (Verfahren 1)	37
Bild 15 – Schaltung für die Prüfung der höchstzulässigen Kapazität (Verfahren 2)	38
Bild C.1 – Befestigung für die Messung von oberflächenmontierbaren Thermistoren	43

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 40/2243/CD:2013 „Directly heated negative temperature coefficient thermistors – Part 1: Generic specification“ (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 TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die 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 prEN nur 2 Monate 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 614 „Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60539-1:2008-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.
- Der Abschnitt „Dauerschocken“ wurde gestrichen.
- Die Trägerbiegeprüfung in 4.27 wurde durch ein Referenzprüfverfahren ergänzt.

Direkt geheizte temperaturabhängige Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten – Teil 1: Fachgrundspezifikation

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60539 gilt für direkt geheizte temperaturabhängige Widerstände mit negativem Temperaturkoeffizienten (Heißleiter), die üblicherweise aus Übergangsmetalloxiden mit Halbleitereigenschaften hergestellt sind.

Er legt Normbegriffe, Kontroll- und Prüfverfahren für den Gebrauch in Rahmen- und Bauartspezifikationen für Bauelemente der Elektronik zur Qualitätsbewertung oder für andere Zwecke fest.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 60027-1, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*

IEC 60062, *Marking codes for resistors and capacitors*

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*
Amendment 1 (1992)

IEC 60068-2-1:2007, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-6:2007, *Environmental testing – Part 2-6: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-11:1981, *Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14:2009, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*
Amendment 1^{N1)}

IEC 60068-2-17:1984, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*
Amendment 2^{N2)}

IEC 60068-2-21:2006, *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-27:2008, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

^{N1)} Nationale Fußnote. Es gibt kein Amendment 1 zu dieser Norm.

^{N2)} Nationale Fußnote. Es gibt kein Amendment 2 zu dieser Norm.

IEC 60068-2-32:1975^{N3)}, *Environmental testing – Part 2-32: Tests – Test Ed: Free fall*
Amendment 2 (1990)

IEC 60068-2-38:2009, *Environmental testing – Part 2-38: Tests – Test Z/AD: Composite temperature/humidity cyclic test*

IEC 60068-2-45:1980, *Environmental testing – Part 2-45: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*
Amendment 1 (1993)

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2-52: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60068-2-54:2006, *Environmental testing – Part 2-54: Tests – Test Ta: Solderability testing of electronic components by the wetting balance method*

IEC 60068-2-58:2004, *Environmental testing – Part 2-58: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)*

IEC 60068-2-69:2007, *Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te: Solderability testing of electronic components for surface mounting devices (SMD) by the wetting balance method*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60294, *Measurement of the dimensions of a cylindrical component with axial terminations*

IEC 61193-2, *Quality assessment systems – Part 2: Selection and use of sampling plans for inspection of electronic components and packages*

IEC 60617, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60717, *Method for the determination of the space required by capacitors and resistors with unidirectional terminations*

IEC 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IECQ 03-3, *IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ System) – Rules of Procedure Part 3: IECQ Approved Component Products, Related Materials and Assemblies Scheme*

ISO 80000-1:2009, *Quantities and units – Part 1: General*

2 Technische Daten

2.1 Einheiten, Symbole und Begriffe

Einheiten, Schaltzeichen, Formelzeichen und Begriffe sollten, soweit wie möglich, den folgenden Veröffentlichungen entnommen werden:

- IEC 60027-1;
- IEC 60050;
- IEC 60617;
- ISO 80000-1:2009.

^{N3)} Nationale Fußnote. Diese Norm wurde zurückgezogen und durch IEC 60068-2-31 ersetzt.

Wenn weitere Einheiten, Symbole und Begriffe benötigt werden, dann sollten sie nach den Prinzipien abgeleitet werden, die in den vorstehend genannten Veröffentlichungen angegeben sind.

2.2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.2.1

Bauart

Produkte mit gleichen Konstruktionsmerkmalen, die nach dem gleichen Herstellungsverfahren gefertigt werden und in den üblichen Bereich der Bemessungswerte des Herstellers für solche Produkte fallen

ANMERKUNG 1 Befestigungsmittel bleiben unbeachtet, sofern sie keinen nennenswerten Einfluss auf die Prüfergebnisse haben.

ANMERKUNG 2 Bei den Bemessungswerten handelt es sich um eine Kombination aus

- elektrischen Bemessungswerten;
- Maßen;
- Klimakategorien.

ANMERKUNG 3 Die Grenzwerte der Bemessungsbereiche sollten in der Bauartspezifikation angegeben werden.

2.2.2

Bauform

Untergruppe einer Bauart mit bestimmten Nennmaßen und Eigenschaften

2.2.3

Thermistor

thermisch sensitiver Halbleiterwiderstand mit der grundlegenden Funktion, dass mit der Änderung der Temperatur des Bauelementkörpers eine wesentliche Änderung seines elektrischen Widerstandswertes erzielt wird

2.2.4

temperaturabhängiger Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC)

Thermistor, dessen Widerstandswert mit steigender Temperatur abnimmt

2.2.5

direkt geheizter Heißeiter mit negativem Temperaturkoeffizienten

Thermistor, dessen Widerstandsänderung durch eine Änderung der physikalischen Bedingungen, wie z. B. den Thermistor durchfließender Strom, Umgebungstemperatur, Feuchte, Windgeschwindigkeit, Gas usw., bewirkt wird

2.2.6

indirekt geheizter Heißeiter mit negativem Temperaturkoeffizienten

Thermistor, dessen Widerstandsänderung hauptsächlich durch eine Temperaturänderung des Heißeiters bewirkt wird, die durch eine Änderung des Stroms durch einen separaten Heizer entsteht, der in engem Kontakt mit dem Heißeiter steht, aber elektrisch von diesem isoliert ist

ANMERKUNG Die Temperatur des Heißeiters kann auch durch Änderungen der physikalischen Bedingungen verändert werden, z. B. durch einen Strom durch den Heißeiter selbst, die Umgebungstemperatur, die Feuchtigkeit, die Windgeschwindigkeit, Gas, usw.

2.2.7

temperaturabhängiger Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten (PTC)

(nur zur Information)

Thermistor, dessen Widerstandswert mit steigender Temperatur ansteigt

2.2.8**Thermistor mit Drahtanschlüssen**

Thermistor, der mit Drahtanschlüssen versehen ist

2.2.9**Thermistor ohne Drahtanschlüsse**

Thermistor, der nur mit zwei metallisierten Flächen versehen ist, die als elektrische Kontakte zu verwenden sind

2.2.10**isolierter Thermistor**

mit Isolierstoffen wie Harz, Glas oder Keramik beschichteter Thermistor, der die im Prüfplan festgelegten Anforderungen an den Isolationswiderstand und die Spannungsprüfungen erfüllen kann

2.2.11**nicht isolierter Thermistor**

mit oder nicht mit Isolierstoffen beschichteter Thermistor, der die im Prüfplan vorgeschriebenen Anforderungen an den Isolationswiderstand und die Spannungsprüfungen nicht erfüllen muss

2.2.12**oberflächenmontierbarer Thermistor**

Thermistor, der aufgrund seiner kleinen Maße und der Art oder Form der Anschlüsse für die Verwendung in Hybridschaltungen und auf Leiterplatten geeignet ist

2.2.13**montierter Thermistor (Sonde)**

in verschiedene Umhüllungen wie Rohre, Kunststoff- oder Metallgehäuse gekapselter und/oder mit Kabeln und/oder Steckverbindern versehener Thermistor

2.2.14**Thermistor mit Fühlerfunktion**

Thermistor, der auf Temperaturänderungen reagiert und deshalb als Temperaturmessfühler oder Temperaturregler verwendet wird

2.2.15**Thermistor zur Einschaltstrombegrenzung**

Thermistor, der den Einschaltstrom gleich nach Einschalten der Leistung begrenzt

2.2.16**Restwiderstand** (nur bei den Einschaltstrom begrenzenden Thermistoren)

Wert des Gleichstromwiderstands eines Thermistors, wenn dessen thermische Stabilität mit dem höchsten durchfließenden Strom erreicht ist

2.2.17**höchste zulässige Kapazität** (nur bei den Einschaltstrom begrenzenden Thermistoren)

Höchstwert der zulässigen Kapazität eines Kondensators, der bei Belastung an den Thermistor angeschlossen werden kann

2.2.18**Nulllast-Widerstand**

R_T

Gleichstromwiderstandswert eines Thermistors, der bei einer festgelegten Temperatur unter solchen Bedingungen gemessen wird, dass die durch Eigenerwärmung verursachte Änderung des Widerstandswertes gegenüber dem Gesamtwert der Messabweichung vernachlässigbar ist

2.2.19**Nennwert des Nulllast-Widerstands**

Nennwert bei der Standard-Bezugstemperatur von 25 °C, sofern nicht anders festgelegt

2.2.20**Temperaturabhängigkeit des Widerstands**

Abhängigkeit zwischen dem Nulllast-Widerstand und der Körpertemperatur eines Thermistors

Sie verläuft annähernd nach folgender Gleichung:

$$R = R_a \times e^{B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_a} \right)}$$

Dabei ist:

R der Nulllast-Widerstand in Ω bei der absoluten Temperatur T in K;

R_a der Nulllast-Widerstand in Ω bei der absoluten Temperatur T_a in K;

B der Index der Temperaturempfindlichkeit (siehe 2.2.22).

ANMERKUNG Diese Gleichung gilt nur für die Darstellung der Widerstandsschwankung in einem eingeschränkten Temperaturbereich. Zur genaueren Darstellung der R/T -Kurve sollte in der Bauartspezifikation die Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur in tabellarischer Form angegeben sein.

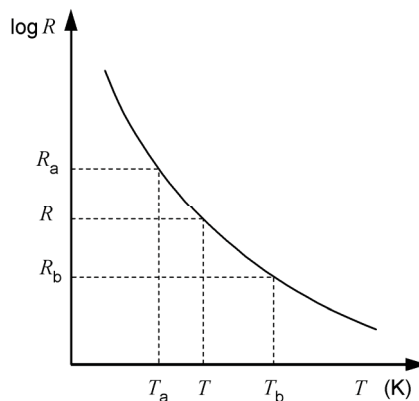


Bild 1 – Übliche Temperaturabhängigkeit des Widerstands für Heißeleiter

2.2.21**Widerstandsverhältnis**

Verhältnis des Nulllast-Widerstands eines Thermistors bei der Bezugstemperatur von 25 °C zu dem bei der Temperatur von 85 °C gemessenen Wert oder bei anderen in der Bauartspezifikation angegebenen Temperaturwertepaaren

2.2.22**B-Wert**

Index der Temperaturempfindlichkeit, ausgedrückt durch die Gleichung:

$$B = [(T_a \times T_b) / (T_b - T_a)] \times \ln(R_a / R_b)$$

oder

$$B = 2,303 \times [(T_a \times T_b) / (T_b - T_a)] \times \log(R_a / R_b)$$

Dabei ist:

B der B-Wert in K;

R_a der Nulllast-Widerstand in Ω bei der Temperatur T_a in K;

R_b der Nulllast-Widerstand in Ω bei der Temperatur T_b in K;

$$T_a = 298,15 \text{ K}^* ;$$

$$T_b = 358,15 \text{ K}^* .$$

* Die angegebenen Werte für T_a und T_b sind Vorzugswerte und entsprechen den Temperaturen von +25 °C bzw. +85 °C.

ANMERKUNG Ist in der Bauartspezifikation angegeben, dass der B -Wert bei anderen Temperaturen gemessen werden sollte, so sind die festgelegten Werte T_a und T_b (in K) statt der Vorzugswerte für die Berechnung zu verwenden. Der B -Wert kann durch „ $B_{a/b}$ “ ausgedrückt werden.

2.2.23

Temperaturkoeffizient des Widerstands bei Nulllast

α_T

Verhältnis der Änderung des Nulllast-Widerstands mit der Temperatur zum Nulllast-Widerstand des Thermistors bei einer festgelegten Temperatur (T), ausgedrückt durch die Gleichung:

$$\alpha_T = (1/R_T) \times (dR_T/dT) \times 100$$

Der Wert α_T kann etwa nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\alpha_T = (-B/T^2) \times 100$$

Dabei ist:

α_T der Temperaturkoeffizient des Widerstands bei Nulllast in %/K;

R_T der Nulllast-Widerstand in Ω bei der Temperatur T in K;

B der B -Wert in K.

2.2.24

Kategorietemperaturbereich

Umgebungstemperaturbereich, für den der Thermistor ausgelegt ist und in dem er dauernd mit Nulllast betrieben werden darf; der Bereich ist definiert durch die untere und obere Kategorietemperatur

2.2.25

obere Kategorietemperatur

$T_{\max}$

höchste Umgebungstemperatur, bei der ein Thermistor für Dauerbetrieb mit Nulllast vorgesehen ist

2.2.26

untere Kategorietemperatur

$T_{\min}$

niedrigste Umgebungstemperatur, bei der ein Thermistor für Dauerbetrieb mit Nulllast vorgesehen ist

2.2.27

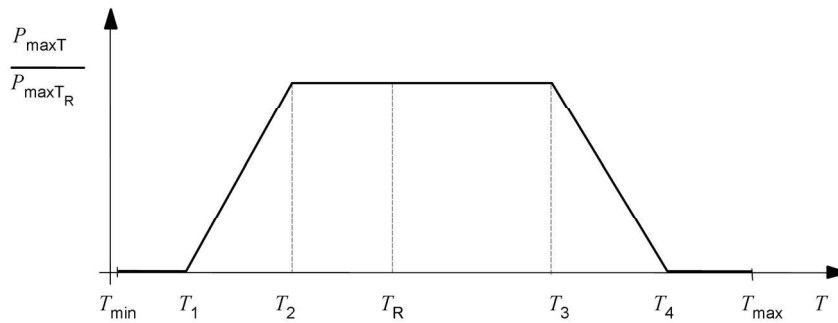
Lagerungstemperaturbereich

Bereich der Umgebungstemperaturen, in dem ein Thermistor dauernd bei Nulllast gelagert werden darf

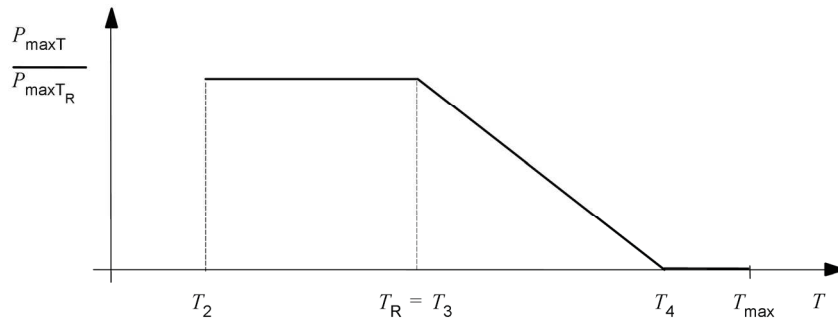
2.2.28

reduzierte Verlustleistungskurve (nicht für den Einschaltstrom begrenzende Thermistoren)

Verhältnis der Umgebungstemperatur zur höchsten Verlustleistung $P_{\max T}$, das üblicherweise als Kurve a oder alternativ als Kurve b in Bild 2 angegeben wird



a) Kurve a



b) Kurve b

Bild 2 – Reduzierte Verlustleistungskurve

2.2.29

höchste Verlustleistung bei einer Bemessungsumgebungstemperatur T_R ($P_{\max T_R}$)

Höchstwert der Verlustleistung, mit der ein Thermistor dauernd bei der Bemessungsumgebungstemperatur T_R betrieben werden darf

ANMERKUNG Siehe Kurve a, $T_2 \leq T_R \leq T_3$ oder Kurve b, $T_2 \leq T_R = T_3$ in Bild 2.

Die Bemessungsumgebungstemperatur T_R ist die in der Bauartspezifikation festgelegte Umgebungstemperatur und beträgt üblicherweise 25 °C.

2.2.30

höchste Verlustleistung bei einer Umgebungstemperatur T ($P_{\max T}$)

Höchstwert der Verlustleistung, mit der ein Thermistor dauernd bei einer Umgebungstemperatur T betrieben werden darf

a) Kurve a

Die höchste Verlustleistung steigt von der Temperatur T_1 bis zur Temperatur T_2 linear an. Zwischen Temperatur T_2 und Temperatur T_3 ist die Verlustleistung konstant. Übersteigt die Temperatur den Wert T_3 , so ist die Verlustleistung bis zur Temperatur T_4 linear auf null zu verringern.

Die höchste Verlustleistung bei einer Umgebungstemperatur T wird im Allgemeinen durch die folgende Gleichung ermittelt:

$$P_{\max T} = I_{\max T} \times U$$

Dabei ist U die Spannung über dem Thermistor ($I_{\max T}$ siehe 2.2.32).

Die höchste Verlustleistung kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_3 \leq T \leq T_4: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_3}$$

Dabei ist:

T_R die Bemessungsumgebungstemperatur in °C;

T_1 die in der Bauartspezifikation festgelegte Umgebungstemperatur in °C, die unterhalb derer Nulllast anzuwenden ist; T_1 ist gleich der unteren Kategorietemperatur $T_{\min}$ (°C) oder größer;

T_2 die niedrigste Umgebungstemperatur, bei der $P_{\max T}$ angewendet werden kann; $T_2 = 0$ °C, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

T_3 die höchste Umgebungstemperatur, bei der $P_{\max T}$ angewendet werden kann; $T_3 = 55$ °C, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

T_4 die in der Bauartspezifikation festgelegte Umgebungstemperatur in °C, die oberhalb derer Nulllast anzuwenden ist; T_4 ist gleich der oberen Kategorietemperatur $T_{\max}$ (°C) oder kleiner.

b) Kurve b

Die höchste Verlustleistung ist im Temperaturbereich von T_2 bis T_R konstant. $T_2 = 0$ °C, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt. Wenn die Temperatur den Wert T_R überschreitet, so ist die Verlustleistung bis zur Temperatur T_4 linear auf null zu verringern.

Die höchste Verlustleistung bei einer Umgebungstemperatur T wird im Allgemeinen durch die folgende Gleichung ermittelt:

$$P_{\max T} = I_{\max T} \times U$$

Dabei ist U die Spannung über dem Thermistor ($I_{\max T}$ siehe 2.2.32).

Die höchste Verlustleistung kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$T_R \leq T \leq T_4: \quad P_{\max T} = P_{\max T_R} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_R}$$

Dabei ist:

T_R die Bemessungsumgebungstemperatur in °C; $T_R = 25$ °C, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

T_4 die in der Bauartspezifikation festgelegte Umgebungstemperatur in °C, die oberhalb derer Nulllast anzuwenden ist; T_4 ist gleich der oberen Kategorietemperatur $T_{\max}$ (°C) oder kleiner.

2.2.31

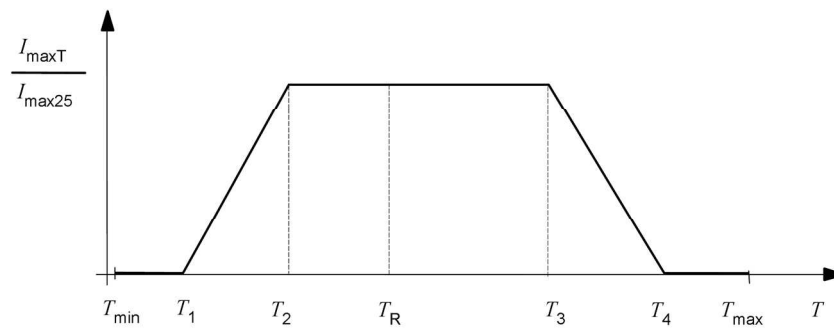
Höchstwert der Stromstärke bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C ($I_{\max 25}$)

(nur bei den Einschaltstrom begrenzenden Thermistoren)

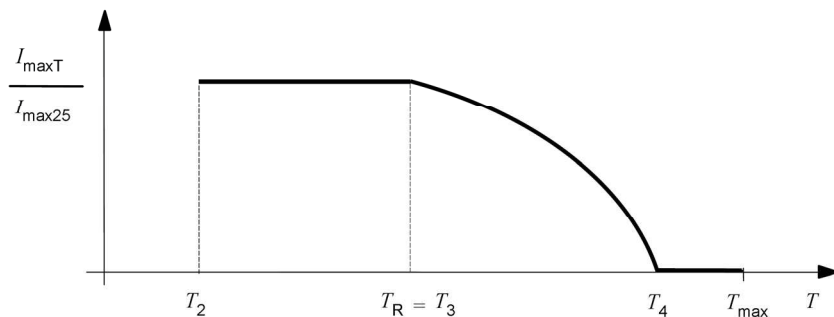
Höchstwert der Stromstärke (Gleichstromwert oder Effektivwert bei sinusförmigem Wechselstrom), den der Thermistor bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C dauernd führen kann

ANMERKUNG 1 Siehe Kurve c, $T_2 \leq 25$ °C $\leq T_3$ oder Kurve d, $T_2 \leq T_R = T_3$ in Bild 3.

ANMERKUNG 2 Die höchste Verlustleistung bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C ($P_{\max 25}$) wird berechnet mit der Gleichung $P_{\max 25} = I_{\max 25} \times U$. Dabei ist U der Spannungsfall über dem Thermistor.



a) Kurve c



b) Kurve d

Bild 3 – Höchste Strombelastbarkeit

2.2.32

Höchstwert der Stromstärke bei einer Umgebungstemperatur T ($I_{\max T}$)

Höchstwert der Stromstärke, den der Thermistor bei einer Umgebungstemperatur T dauernd führen kann

a) Kurve c

Die höchste Stromstärke steigt von der Temperatur T_1 bis zur Temperatur T_2 linear an. Zwischen Temperatur T_2 und Temperatur T_3 ist die Stromstärke konstant. Übersteigt die Temperatur den Wert T_3 , so ist die Stromstärke bis zur Temperatur T_4 linear auf null zu verringern.

Die höchste Stromstärke kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$T_1 \leq T \leq T_2: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T - T_1}{T_2 - T_1}$$

$$T_3 \leq T \leq T_4:$$

Dabei ist:

- T die Umgebungstemperatur in °C;
- T_1 die in der Bauartspezifikation festgelegte Temperatur in °C; sie ist gleich der unteren Kategorietemperatur $T_{\min}$ (°C) oder größer;
- T_2 die Umgebungstemperatur bei 0 °C, falls in der entsprechenden Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;
- T_3 die Umgebungstemperatur bei 55 °C, falls in der entsprechenden Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;
- T_4 die in der Bauartspezifikation festgelegte Temperatur in °C; sie ist gleich der oberen Kategorietemperatur $T_{\max}$ (°C) oder kleiner.

b) Kurve d

Die höchste Stromstärke ist zwischen Temperatur T_2 und Temperatur T_R konstant. $T_2 = 0\text{ °C}$, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt. Übersteigt die Temperatur den Wert T_R , so ist die Stromstärke bis zur Temperatur T_4 linear auf null zu verringern.

Die höchste Stromstärke kann durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden:

$$T_R \leq T \leq T_4: \quad I_{\max T} = I_{\max 25} \times \frac{T_4 - T}{T_4 - T_R}$$

Dabei ist:

T_R die in der Bauartspezifikation festgelegte Bemessungsumgebungstemperatur; $T_R = 25\text{ °C}$, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

T_4 die in der Bauartspezifikation festgelegte Umgebungstemperatur in °C; sie ist gleich der oberen Kategorialetemperatur $T_{\max}$ (°C) oder kleiner.

2.2.33**Verlustfaktor**

δ

Verlustleistung, die ein Thermistor benötigt, um seine Temperatur um 1 K zu erhöhen, und die im Allgemeinen der Quotient aus der Änderung der Verlustleistung und der sich ergebenden Änderung der Körpertemperatur des Thermistors bei festgelegter Umgebungstemperatur ist

2.2.34**Ansprechzeit**

Zeit (in s), die ein Thermistor benötigt, um seine Temperatur zwischen zwei definierten Zuständen zu ändern, wenn er einer Änderung der Umgebungstemperatur oder der Leistung oder einer Änderung der Umgebungstemperatur und der Leistung ausgesetzt ist

ANMERKUNG Da es in der Praxis schwierig ist, die Ansprechzeit direkt zu messen, sind zwei Verfahren zur direkten Messung der thermischen Zeitkonstante festgelegt.

2.2.34.1**thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur**

τ_a

Zeit (in s), die ein Thermistor benötigt, um 63,2 % einer äußeren sprunghaften Änderung der Umgebungstemperatur in einem definierten Medium zu durchlaufen

ANMERKUNG Die sprunghafte Änderung und das Medium sind in der Bauartspezifikation festgelegt.

2.2.34.2**thermische Zeitkonstante für die Abkühlung nach Eigenerwärmung**

τ_c

Zeit (in s), die ein Thermistor benötigt, um sich um 63,2 % seiner durch Eigenerwärmung hervorgerufenen Übertemperatur in einem definierten Medium abzukühlen

ANMERKUNG Das Medium ist in der Bauartspezifikation festgelegt.

2.2.35**Wärmekapazität**

C_{th}

Energie (in J), die ein Thermistor benötigt, um seine Temperatur um 1 K zu erhöhen; sie wird vollständig durch die Konstruktion des Bauelements bestimmt

ANMERKUNG Die Wärmekapazität wird mit folgender Gleichung berechnet: $C_{th} = \delta \times \tau_c$ oder $C_{th} = \delta \times \tau_a$.

2.2.36**Spannungs-Strom-Charakteristik**

Beziehung zwischen der über dem Thermistor anliegenden Spannung (Gleichspannung, Effektivwert der Wechselspannung) und dem zugeführten stationären Strom, wenn der Thermistor in ruhender Luft oder einem anderen in der Bauartspezifikation festgelegten ruhenden Medium bei einer Temperatur von 25 °C oder einer anderen in der Bauartspezifikation festgelegten Temperatur thermisches Gleichgewicht erreicht

2.2.37**Höchstwert der Leistungsaufnahme für die begrenzte Eigenerwärmung (maximum operating power for limited self-heating) $P_{\Delta T}$** (nur bei Thermistoren mit Fühlerfunktion)

Höchstwert der Verlustleistung ($I_{\Delta T} \times U_{\Delta T}$), der auf der Berücksichtigung des Messfehlers infolge der Eigenerwärmung des Thermistors basiert und mit dem der Thermistor in der praktischen Anwendung dauerhaft betrieben werden kann

Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, ist ΔT gleich 1 K. Die Beziehung zwischen $P_{\Delta T}$, $I_{\Delta T}$ und $U_{\Delta T}$ wird durch die folgenden Gleichungen ausgedrückt:

$$P_{\Delta T} = \delta \times \Delta T$$

$$I_{\Delta T} = \sqrt{\frac{\delta \times \Delta T}{R_T}}$$

$$U_{\Delta T} = \sqrt{R_T \times (\delta \times \Delta T)}$$

Dabei ist:

$P_{\Delta T}$ der Höchstwert der Leistungsaufnahme für die begrenzte Eigenerwärmung;

δ der Verlustfaktor;

ΔT die Temperaturerhöhung des Thermistors infolge Eigenerwärmung;

$I_{\Delta T}$ der zulässige Betriebsstrom;

$U_{\Delta T}$ die zulässige Betriebsspannung;

R_T der Widerstandswert bei der Temperatur T in K.

2.3 Vorzugswerte

In diesem Abschnitt werden nur bevorzugte Klimakategorien angegeben.

Thermistoren nach dieser Spezifikation werden in Klimakategorien entsprechend den in IEC 60068-1:1988, Anhang A, angegebenen allgemeinen Festlegungen eingeteilt.

Die obere und die untere Kategorietemperatur und die Dauer der Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“ sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1 – Untere und obere Kategorietemperatur und Dauer der Prüfung „Feuchte Wärme, konstant“

untere Kategorietemperatur °C	–90, –80, –65, –55, –40, –25, –10, –5 und +5
obere Kategorietemperatur °C	30, 40, 55, 70, 85, 100, 105, 125, 150, 155, 175, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800 und 1 000
feuchte Wärme, konstant Tage	4, 21, 42 und 56

In der Bauartspezifikation ist die zutreffende Kategorie anzugeben.

2.4 Kennzeichnung

2.4.1 Allgemeines

Der Thermistor ist mit den folgenden Angaben deutlich zu kennzeichnen, wobei die angegebene Reihenfolge einzuhalten ist, soweit es der Platz erlaubt:

- a) Bemessungswert des Nulllast-Widerstands;
- b) Name und/oder Firmenzeichen des Herstellers;
- c) Herstellungsdatum;
- d) Grenzabweichung für den Bemessungswert des Nulllast-Widerstands;
- e) Nummer der Bauartspezifikation und Bauform.

Die Verpackung der Thermistoren ist deutlich mit allen oben genannten Angaben zu kennzeichnen.

Jede weitere Kennzeichnung ist so anzubringen, dass keine Verwechslungen auftreten können.

2.4.2

Kleine Bauarten wie zum Beispiel oberflächenmontierbare Thermistoren werden im Allgemeinen nicht auf ihrem Körper gekennzeichnet. Wenn Kennzeichnungen dennoch möglich sind, so müssen diese deutlich sein und so viele der oben genannten Angaben, wie sinnvoll sind, enthalten. Doppelte Angaben sollten bei der Kennzeichnung von Thermistoren vermieden werden.

2.4.3 Kodierung

Wird für den Widerstandswert, die Grenzabweichung oder das Datum eine Kurzform verwendet, so ist ein Verfahren nach IEC 60062 zu wählen.

3 Qualitätsbewertungsverfahren

3.1 Allgemeines

Wenn diese und zugehörige Normen für den Zweck eines vollständigen Qualitätsbewertungssystems wie das IEC-Qualitätsbewertungssystem für Bauelemente der Elektronik (IECQ) verwendet werden, müssen die Anforderungen nach 3.4 und 3.5 erfüllt werden.

Werden diese Normen außerhalb eines solchen Qualitätsbewertungssystems wie dem IECQ-System zum Zwecke der Prüfung der Konstruktion oder der Bauartprüfung verwendet, dürfen die Verfahren und Anforderungen nach 3.4.1 und 3.4.2 b) verwendet werden; die Prüfungen und Teile der Prüfungen müssen dann jedoch in der im Prüfplan angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden.

3.2 Primäre Fabrikationsstufe

Die primäre Fabrikationsstufe ist definiert als das anfängliche Mischen der Bestandteile.

3.3 Baulich ähnliche Bauelemente

Zur Bildung von Prüflösen können Thermistoren zu Gruppen baulich ähnlicher Bauelemente zusammengefasst werden, wenn sie folgende Anforderungen erfüllen:

- Sie müssen vom gleichen Hersteller in der gleichen Fertigungsstätte unter Verwendung der im Wesentlichen gleichen Konstruktion, Werkstoffe, Fertigungsabläufe und Verfahren hergestellt sein.
- Die zu entnehmende Stichprobe ist nach der Gesamtgröße des aus den zusammengefassten Bauelementen entstandenen Loses zu bemessen.

- Baulich ähnliche Bauelemente sollten vorzugsweise in einer Bauartspezifikation enthalten sein. Einzelheiten zur Begründung der baulichen Ähnlichkeit sind in den Prüfberichten der Bauartanerkennung anzugeben.

3.3.1 Bei elektrischen Prüfungen dürfen Bauelemente mit gleichen elektrischen Eigenschaften zusammengefasst werden, sofern der Bestandteil, der diese Eigenschaften bestimmt, bei allen diesen Bauelementen von gleicher Art ist.

3.3.2 Bei Umgebungsprüfungen dürfen Bauelemente zusammengefasst werden, wenn sie bezüglich Umhüllung, innerer Grundstruktur und Oberflächenbehandlung von gleicher Art sind.

3.3.3 Bei Sichtprüfungen (mit Ausnahme der Kennzeichnung) dürfen Bauelemente zusammengefasst werden, wenn sie auf der gleichen Fertigungsstraße hergestellt wurden und gleiche Maße, Umhüllung und Oberflächenbehandlung haben.

Dieses Zusammenfassen darf auch bei der Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse und der Lötbarkeitsprüfung erfolgen, sofern es angebracht ist, Bauelemente mit unterschiedlichem inneren Aufbau zusammenzufassen.

3.3.4 Bei Dauerprüfungen dürfen Thermistoren zusammengefasst werden, wenn sie auf der gleichen Fertigungsstraße hergestellt wurden, gleichartig konstruiert sind und sich nur in den elektrischen Eigenschaften unterscheiden. Wenn gezeigt werden kann, dass eine Bauart aus der Gruppe stärker beansprucht ist als die anderen, dürfen Prüfungen an dieser Bauart für die übrigen Bauelemente der Gruppe akzeptiert werden.

3.4 Verfahren der Bauartanerkennung

3.4.1 Der Hersteller muss Folgendes erfüllen:

- a) die allgemeinen Anforderungen nach Abschnitt 3 von IECQ 03-3, die die Bauartanerkennung regeln, und
- b) die Anforderungen an die primäre Fabrikationsstufe (siehe 3.2).

3.4.2 Zusätzlich zu den Anforderungen nach 3.4.1 muss einem der beiden folgenden Verfahren a) oder b) entsprochen werden:

- a) Der Hersteller muss durch Prüfungen nachweisen, dass er bei drei in möglichst kurzer Zeit gebildeten Prüflösen für die losweise durchzuführenden Prüfungen und bei einem Prüflös für die periodischen Prüfungen die Anforderungen der Spezifikation erfüllt hat.

Die Stichproben sind den Losen nach IEC 61193-2 (siehe Anhang A) zu entnehmen. Es ist die übliche Prüfung anzuwenden; wo jedoch die Stichprobengröße mit null Fehlern zur Annahme führen würde, sind weitere Prüflinge zu entnehmen, bis diejenige Stichprobengröße erreicht ist, bei der ein Fehler noch zur Annahme führt.

- b) Wahlweise zum Verfahren nach 3.4.2 a) darf der Hersteller nachweisen, dass er die Anforderungen der Spezifikation erfüllt, die in einem der in der Rahmenspezifikation angegebenen Prüfpläne mit fester Stichprobengröße festgelegt sind.

Die für die Stichprobe vorgesehenen Prüflinge müssen, soweit mit der Nationalen Überwachungsstelle nicht anders vereinbart, nach dem Zufallsprinzip aus der laufenden Fertigung entnommen werden.

Für beide Verfahren müssen die Stichprobengröße und die zulässige Anzahl von Ausfällen von vergleichbarer Größenordnung sein. Die Prüfbedingungen und Anforderungen müssen die gleichen sein.

3.4.3 Nachdem der Hersteller die Bauartanerkennung als Teil des Qualitätsbewertungssystems erhalten hat, muss er regelmäßig nachweisen, dass er die Anforderungen der Qualitätskonformität erfüllt (siehe 3.5). Ansonsten muss diese Bauartanerkennung anhand der Regeln für die Aufrechterhaltung der Bauartanerkennung nach IECQ 03-3, 3.1.7, überprüft werden.

3.5 Qualitäts-Konformitätsprüfung

Vordrucke für Bauartspezifikation in Verbindung mit den Rahmenspezifikationen müssen den Prüfplan für die Qualitäts-Konformitätsprüfung festlegen. Dieser Prüfplan muss auch die Bildung von Gruppen, Stichproben und die Periodizität für losweise und periodische Prüfungen angeben.

Prüfniveaus und Stichprobenpläne müssen aus IEC 61193-2 ausgewählt werden.

Falls erforderlich, kann mehr als ein Prüfplan angegeben werden.

3.6 Bestätigte Prüfberichte freigegebener Lose

Wenn bestätigte Prüfberichte von einem Käufer verlangt werden, müssen sie in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

3.7 Verzögerte Auslieferung

Thermistoren, die nach Freigabe des Loses länger als zwei Jahre gelagert wurden (falls in der Rahmenspezifikation nicht anders angegeben), müssen vor der Auslieferung entsprechend der Rahmenspezifikation nachgeprüft werden.

Die Nationale Überwachungsstelle muss dem vom Beauftragten der Unternehmensleitung des Herstellers verwendeten Verfahren für die Wiederholungsprüfung zugestimmt haben.

Nachdem ein Los die Wiederholungsprüfung bestanden hat, gilt seine Qualität für die festgelegte Zeit als bestätigt.

3.8 Freigabe zur Auslieferung im Rahmen der Bauartanerkennung vor Beendigung der Prüfungen der Gruppe B

Falls die Bedingungen in IEC 61193-2 für den Wechsel zur reduzierten Prüfung für alle Prüfungen der Gruppe B erfüllt sind, ist es dem Hersteller erlaubt, seine Bauelemente vor der Beendigung solcher Prüfungen freizugeben.

3.9 Wahlweise anzuwendende Prüfverfahren

Siehe IECQ 03-3, 3.2.3.7, mit folgenden Einzelheiten:

In Zweifelsfällen dürfen für Schieds- oder Bezugszwecke nur die festgelegten Verfahren verwendet werden.

3.10 Ungeprüfte Parameter

Nur bei denjenigen Parametern eines Bauelements, die in der Bauartspezifikation festgelegt sind und einer Prüfung unterzogen wurden, kann davon ausgegangen werden, dass sie innerhalb der festgelegten Grenzwerte liegen.

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass nicht festgelegte Parameter von Bauelement zu Bauelement unverändert sind. Sollte es aus beliebigen Gründen erforderlich sein, weitere Parameter zu überprüfen, so muss eine neue, umfassendere Spezifikation verwendet werden.

Die zusätzlichen Prüfverfahren müssen vollständig beschrieben und geeignete Grenzwerte, Stichprobenpläne und Prüfniveaus festgelegt werden.

4 Prüf- und Messverfahren

4.1 Allgemeines

Die Rahmenspezifikation und/oder der Vordruck für Bauartspezifikation müssen Tabellen mit den durchzuführenden Prüfungen enthalten und angeben, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Untergruppe von Prüfungen durchzuführen sind, und die Reihenfolge nennen, in der diese Prüfungen durchzuführen sind. Die Abschnitte jeder Prüfung müssen in der festgelegten Reihenfolge durchgeführt werden. Die Messbedingungen für die Anfangsmessung und die Endmessung müssen gleich sein.

Falls nationale Spezifikationen innerhalb eines Qualitätsbewertungssystems andere als die in den oben genannten Dokumenten festgelegten Verfahren umfassen, so müssen diese vollständig beschrieben werden.

Alle in diesem Abschnitt genannten Prüfungen nach IEC 60068 sind mit ihrem aktuellen Ausgabedatum und Änderungsstatus in 1.2 enthalten.

4.2 Normalklima für Prüfungen

Wenn nicht anders festgelegt, sind alle Prüfungen und Messungen bei Normalklima für Prüfungen nach IEC 60068-1, 5.3, durchzuführen.

- Temperatur 15 °C bis 35 °C;
- relative Luftfeuchte 25 % bis 75 %;
- Luftdruck 86 kPa bis 106 kPa.

Bevor die Messungen durchgeführt werden, ist der Thermistor so lange der Messtemperatur auszusetzen, bis der gesamte Thermistor diese Temperatur erreicht hat. Für diesen Zweck ist die gleiche Dauer, wie sie für die Nachbehandlung des Prüflings am Ende der Prüfung vorgeschrieben ist, üblicherweise ausreichend.

Während der Messungen ist der Thermistor vor Zugluft, direkter Sonneneinstrahlung und anderen Einflüssen, die Fehler verursachen könnten, zu schützen.

Wenn Messungen bei einer anderen als der festgelegten Temperatur durchgeführt werden, sind die Ergebnisse gegebenenfalls auf die festgelegte Temperatur zu korrigieren. Die bei den Messungen herrschende Umgebungstemperatur ist im Prüfbericht anzugeben.

Wenn Prüfungen in einer vorgegebenen Reihenfolge durchgeführt werden, dürfen die Endmessungen einer Prüfung als Anfangsmessungen für die nachfolgende Prüfung verwendet werden.

4.3 Trocknung und Nachbehandlung

4.3.1 Trocknung

Wenn Trocknung in der Spezifikation gefordert wird, muss der Thermistor vor Beginn der Messungen unter Anwendung von Verfahren I oder Verfahren II nach den Angaben in der Bauartspezifikation vorbehandelt werden.

Verfahren I

24 h $\pm$ 4 h in einem Trockenschrank bei 55 °C $\pm$ 2 °C und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 20 %.

Verfahren II

96 h $\pm$ 4 h in einem Trockenschrank bei 100 °C $\pm$ 5 °C.

Der Thermistor ist dann in einer Trockenkammer unter Verwendung eines geeigneten Trockenmittels, z. B. aktiviertes Aluminiumoxid oder Silikagel, abzukühlen, und er muss darin vom Zeitpunkt der Entnahme aus dem Trockenschrank bis zum Beginn der angegebenen Prüfungen verbleiben.

4.3.2 Nachbehandlung

Falls nicht anders festgelegt, muss die Nachbehandlung bei Normalklima für Prüfungen (4.2) erfolgen. Falls die Nachbehandlung unter streng kontrollierten Bedingungen erforderlich ist, sind die Bedingungen nach IEC 60068-1:1988, 5.4.1, anzuwenden.

4.4 Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Thermistoren)

4.4.1 Ein Beispiel für die Befestigung von oberflächenmontierbaren Thermistoren ist in Bild C.1 enthalten.

4.4.2 Oberflächenmontierbare Thermistoren sind auf einem geeigneten Träger zu befestigen, wobei die Befestigungsart vom Aufbau des Thermistors abhängt. Der Träger ist üblicherweise eine 1,6 mm dicke glasfaserverstärkte Epoxidharzleiterplatte (wie in IEC 61249-2-7 festgelegt) oder ein 0,635 mm dicker Aluminiumoxidträger, und er darf die Prüf- oder Messergebnisse nicht beeinflussen. Der für die elektrischen Prüfungen zu verwendende Träger ist in der Bauartspezifikation festzulegen.

Der Träger muss metallisierte Anschlussflächen mit geeigneten Abständen zur Befestigung der oberflächenmontierbaren Thermistoren aufweisen und elektrische Verbindungen zu den Anschlüssen der oberflächenmontierbaren Thermistoren vorsehen. Die Einzelheiten sind in der Bauartspezifikation festzulegen.

Falls eine andere Befestigungsart verwendet wird, muss diese in der Bauartspezifikation eindeutig beschrieben werden.

4.4.3 Wenn die Bauartspezifikation Wellenlöten vorschreibt, ist das Bauelement vor dem Löten mit einem geeigneten Kleber, dessen Einzelheiten in der Bauartspezifikation festgelegt werden können, auf dem Träger zu befestigen.

Zwischen den Leitern des Trägers sind kleine Klebstoffpunkte mit einer geeigneten Vorrichtung aufzubringen, sodass wiederholbare Ergebnisse sichergestellt werden.

Die oberflächenmontierbaren Thermistoren sind mit einer Pinzette auf die Klebstoffpunkte aufzusetzen. Dabei dürfen die Thermistoren nicht bewegt werden, um sicherzustellen, dass kein Klebstoff auf die Leiter gelangt.

Der Träger mit den oberflächenmontierbaren Thermistoren muss in einem Ofen bei 100 °C für 15 min thermisch vorbehandelt werden.

Der Träger muss in einem Wellenlötgerät gelötet werden. Das Gerät muss so eingestellt werden, dass eine Vorheiztemperatur von 80 °C bis 130 °C, eine Lötbadtemperatur von (260 ± 5) °C und eine Lötzeit von $(5 \pm 0,5)$ s erreicht werden.

Dieser Lötvorgang ist einmal zu wiederholen (insgesamt 2 Zyklen).

Der Träger ist für 3 min in einem geeigneten Lösemittel zu reinigen (siehe IEC 60068-2-45, 3.1.2).

4.4.4 Wenn die Bauartspezifikation Aufschmelzlöten vorschreibt, ist das folgende Befestigungsverfahren anzuwenden:

- Das Formlot oder die Lotpaste muss silberhaltiges (mindestens 2 %) eutektisches Sn/Pb-Lot mit einem nicht aktivierten Flussmittel sein, wie in IEC 60068-2-20 angegeben. Andere Lote wie zum Beispiel 60/40 oder 63/37 können bei oberflächenmontierbaren Thermistoren verwendet werden, deren Aufbau Lotsperrern aufweist. Bleifreies Lot als Formlot oder Lotpaste muss ein Sn96,5-Ag3,0-Cu0,5- oder ein abgeleitetes Lot mit einem Flussmittel nach IEC 60068-2-58 sein.
- Der oberflächenmontierbare Thermistor ist dann auf die metallisierten Anschlussflächen des Prüfträgers so aufzubringen, dass Kontakt zwischen Thermistor und Anschlussflächen des Trägers entsteht.
- Der Träger ist dann in oder auf ein geeignetes Heizsystem (flüssiges Lot, Heizplatte, Tunnelofen usw.) zu bringen. Die Temperatur dieses Systems muss zwischen 215 °C und 260 °C gehalten werden, bis das Lot schmilzt und beim Aufschmelzen eine homogene Lötstelle bildet, jedoch darf die Lötzeit 10 s nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Das Flussmittel muss mit einem geeigneten Lösemittel entfernt werden (siehe IEC 60068-2-45, 3.1.2). Bei allen nachfolgenden Handhabungen müssen Verunreinigungen vermieden werden. Vorsicht ist bei der Erhaltung der Reinheit der Prüfkammer und während der Messungen nach den Prüfungen geboten.

ANMERKUNG 2 Die Bauartspezifikation kann einen stärker eingegrenzten Temperaturbereich fordern.

ANMERKUNG 3 Wenn Dampfphasenlöten angewendet wird, kann das gleiche Verfahren mit entsprechend angepassten Temperaturen verwendet werden.

4.5 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

4.5.1 Sichtprüfung

Zustand, Verarbeitung und Oberflächenbehandlung müssen, soweit durch die Sichtprüfung feststellbar, zufriedenstellend sein.

4.5.2 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung muss bei der Sichtprüfung lesbar sein.

4.5.3 Maße (Lehrenmaße)

Die Maße, die in der Bauartspezifikation als mit Lehren prüfbar bezeichnet werden, sind zu prüfen und müssen den in der Bauartspezifikation angegebenen Werten entsprechen.

Soweit zutreffend, sind die Messungen nach IEC 60294 oder IEC 60717 durchzuführen.

4.5.4 Maße (Einzelmaße)

Alle in der Bauartspezifikation angegebenen Maße sind zu prüfen. Sie müssen den festgelegten Werten entsprechen.

4.6 Nulllast-Widerstand

4.6.1 Der Nulllast-Widerstand ist bei der in der Bauartspezifikation angegebenen Temperatur zu messen.

4.6.2 Die Thermistoren sind in der für sie üblichen Weise in korrosionsbeständigen Klammern auf einer Trägerplatte aus einem geeigneten Isolierstoff zu befestigen.

Dann müssen die Thermistoren nahe dem Thermometer tief in ein Messbad aus einem nicht korrodierenden und nicht reduzierenden Medium so lange eingetaucht werden, bis ein stabiler Messwert für den Nulllast-Widerstand erreicht ist.

Alle Messungen sind ohne Eigenerwärmung (bei Nulllast) des Prüflings durchzuführen.

Das Messverfahren muss so ausgelegt sein, dass Fehler der Messungen von Verlustleistung und Temperaturgrenzabweichung sowie Fehler der Messeinrichtungen 10 % der in der Bauartspezifikation festgelegten Grenzabweichung nicht überschreiten.

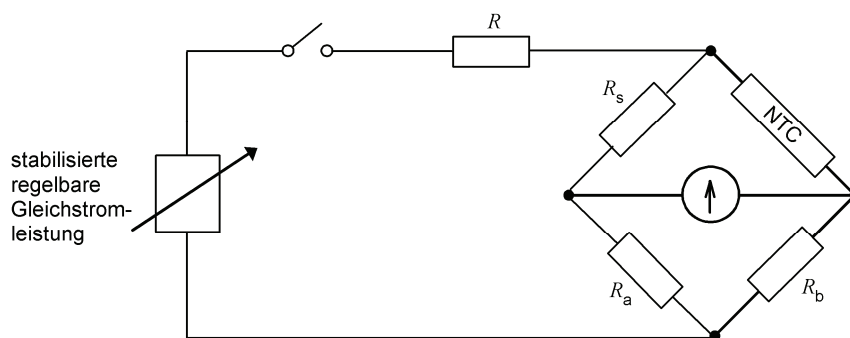


Bild 4 – Grundschialtung zur Messung des Nulllast-Widerstands

4.6.3 Der Nulllast-Widerstand muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte, unter Berücksichtigung der Grenzabweichung, liegen.

4.7 *B*-Wert oder Widerstandsverhältnis

4.7.1 Der *B*-Wert (siehe 2.2.22) oder das Widerstandsverhältnis (siehe 2.2.21) ist rechnerisch zu ermitteln, wobei Nulllast-Widerstandswerte zu verwenden sind, die bei 25 °C und 85 °C (oder bei einem anderen in der Bauartspezifikation angegebenen Temperaturwertepaar) nach dem in 4.6 festgelegten Verfahren gemessen werden.

4.7.2 Der *B*-Wert oder das Widerstandsverhältnis muss innerhalb der angegebenen Grenzabweichung liegen.

4.8 Isolationswiderstand (nur bei isolierten Bauarten)

4.8.1 Der Isolationswiderstand der Schutzbeschichtung ist zu messen.

4.8.2 Nach Anweisung in der Bauartspezifikation wird die Prüfung nach einem der folgenden Verfahren durchgeführt.

a) Verfahren 1

Die nicht isolierten Teile des Thermistors sind mit einem gut isolierenden Material zu umwickeln. Der Thermistor wird derart in ein Gefäß, das Metallkugeln mit einem Durchmesser von $1,6 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ oder $1,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ enthält, gebracht, dass nur der metallisierte Teil eingetaucht ist. Das Metall der Kugeln muss so beschaffen sein, dass keine Widerstandsfläche entsteht.

Eine Elektrode wird in die Metallkugeln getaucht.

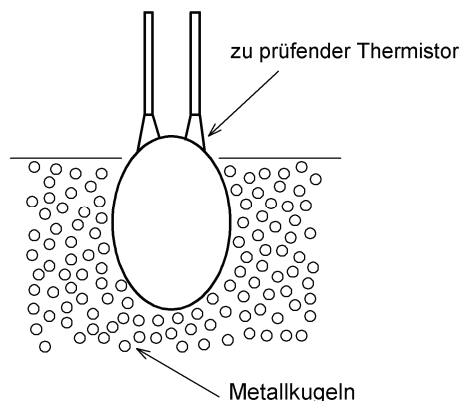


Bild 5 – Prüfverfahren 1

b) Verfahren 2

Der Thermistor wird derart in Wasser ($\leq 100 \Omega \times m$) gebracht, dass nur der isolierte Teil eingetaucht ist.

Eine Elektrode wird in die Lösung eingetaucht.

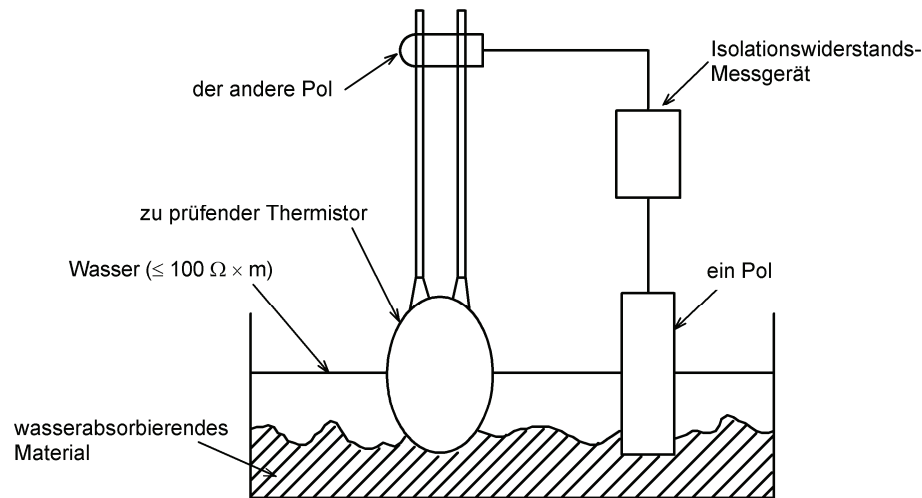
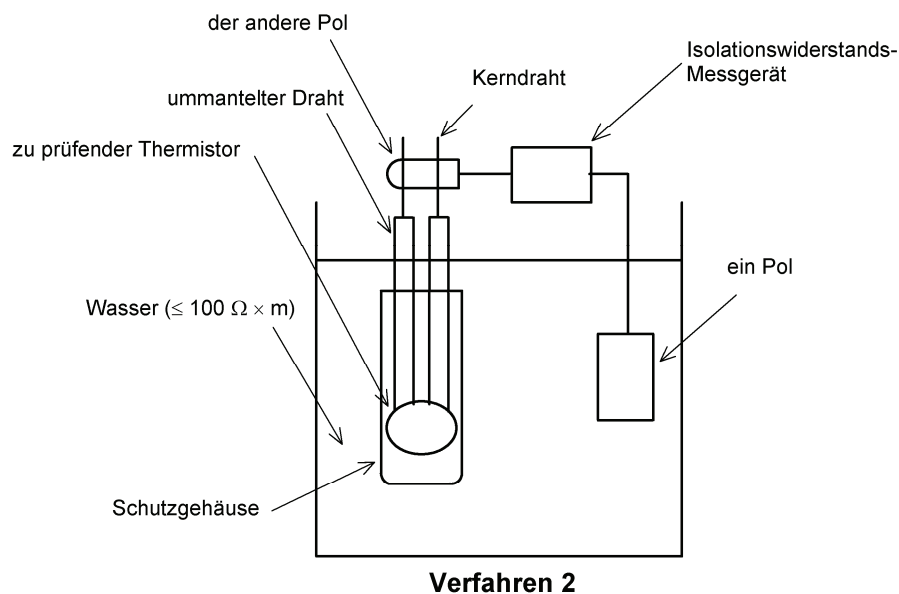


Bild 6 – Prüfverfahren 2



Verfahren 2

Bild 7 – Prüfverfahren 2

c) Verfahren 3

Der Körper des Thermistors muss fest mit einer Metallfolie umwickelt werden.

Bei Bauarten ohne axiale Anschlüsse ist zwischen der Folienkante und jedem Anschluss ein Abstand von 1 mm bis 1,5 mm einzuhalten. Bei Bauarten mit axialen Anschlüssen muss die Folie so um den ganzen Körper des Thermistors gewickelt werden, dass sie mindestens 5 mm über dessen beide Enden herausragt, sofern ein Mindestabstand von 1 mm zwischen der Folie und den Anschlüssen eingehalten werden kann. Die überstehende Folie darf nicht über die Enden des Thermistors gefaltet werden.

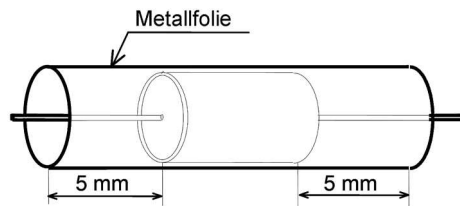


Bild 8 – Prüfverfahren 3

d) Verfahren 4

Der Thermistor muss in die Vertiefung eines metallischen 90°-V-Blocks gedrückt werden, der so lang ist, dass der Körper des Thermistors nicht über seine Enden hinausragt.

Der Klemmdruck muss so groß sein, dass ein angemessener Kontakt zwischen dem Thermistor und dem V-Block aufrechterhalten bleibt.

Der Thermistor ist wie folgt im V-Block anzuordnen:

- Bei zylindrischen Thermistoren: Der Thermistor muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der am weitesten von der Achse des Thermistors entfernt ist, einer der Flächen des Blocks am nächsten liegt.
- Bei rechteckigen Thermistoren: Der Thermistor muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der einer Kante des Thermistors am nächsten liegt, auch einer der Flächen des Blockes am nächsten liegt.
- Bei zylindrischen und rechteckigen Thermistoren mit axialen Anschlüssen: Die außermittige Lage der Austrittsstelle eines Anschlusses bleibt in jedem Fall unberücksichtigt.

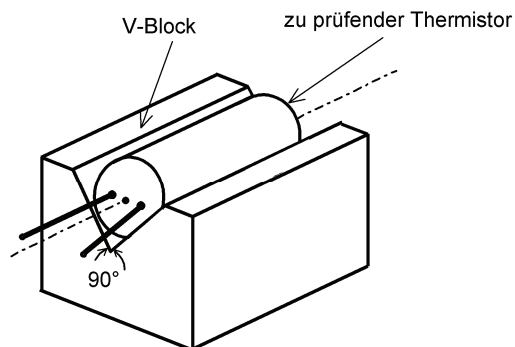


Bild 9 – Prüfverfahren 4

e) Verfahren 5

Der Thermistor ist zwischen Metallplatten zu klemmen. Der Klemmdruck muss so groß sein, dass ein angemessener Kontakt zwischen dem Thermistor und den Platten aufrechterhalten bleibt.

f) Verfahren 6

Der Thermistor ist vom Zubehöriteil (Halterung, Flansch usw.), das einen Pol bildet, isoliert.

4.8.3 Sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt, ist der Isolationswiderstand mit einer Gleichspannung von $500\text{ V} \pm 15\text{ V}$ zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Thermistors als dem einen Pol und den Metallkugeln, dem Wasser ($\leq 100\ \Omega \times \text{m}$), der Metallfolie, dem V-Block, den Metallplatten oder dem Zubehöriteil als dem anderen Pol zu messen.

Die Messspannung ist 1 min oder – sofern vorher ein stabiler Ablesewert möglich ist – auch für eine kürzere Zeit anzulegen. Der Isolationswiderstand ist am Ende der Messdauer abzulesen.

4.8.4 Wird der Thermistor in der angegebenen Weise gemessen, so darf der ermittelte Isolationswiderstand nicht geringer sein als der in der Bauartspezifikation angegebene Wert.

4.9 Spannungsprüfung (nur bei isolierten Bauarten)

4.9.1 Die Thermistoren werden in der folgenden Weise geprüft.

4.9.2 Nach Maßgabe der Bauartspezifikation ist eines der Verfahren in 4.8.2 anzuwenden.

4.9.3 Die anzulegende Spannung entspricht der im zutreffenden Sicherheitsdokument festgelegten Prüfspannung. Gibt es kein derartiges Dokument, ist sie wie folgt zu bemessen:

Eine Wechselspannung mit einer Frequenz zwischen 50 Hz und 60 Hz und einem Scheitelwert in Höhe des 1,4-Fachen der in der Bauartspezifikation festgelegten Isolationsspannung ist 60 s $\pm$ 5 s zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Thermistors als dem einen Pol und den Metallkugeln, der Metallfolie, dem V-Block, den Metallplatten, dem Zubehörteil oder dem reinen Wasser als dem anderen Pol anzulegen.

Die Spannung muss stetig mit etwa 100 V/s ansteigen. Die Prüfdauer darf auf 1 s verkürzt werden, wenn die Prüfspannung um 20 % erhöht wird.

4.9.4 Durchschläge oder Überschlüsse dürfen nicht auftreten.

4.10 Temperaturabhängigkeit des Widerstands

4.10.1 Die Messtemperatur ist Tabelle 1 zu entnehmen und die Temperaturabhängigkeit des Widerstands nach dem in 4.6.2 beschriebenen Verfahren zu messen.

4.10.2 Die Temperaturabhängigkeit des Widerstands muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.

4.11 Verlustfaktor (δ)

4.11.1 Falls keine andere Temperatur in der Bauartspezifikation angegeben ist, ist der Nulllast-Widerstand bei der Temperatur $T_b = 85\text{ °C} \pm 0,1\text{ °C}$ zu messen und aufzuzeichnen.

4.11.2 Falls in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben, sind Thermistoren mit Drahtanschlüssen 25 mm $\pm$ 1,5 mm vom Körper des Thermistors entfernt in Halterungen einzuspannen.

Thermistoren mit anderen als Drahtanschlüssen werden möglichst in eine Halterung nach Anhang C eingespannt. Hiervon abweichende Halterungen sind in der Bauartspezifikation vollständig zu beschreiben.

Halterung und Thermistoren sind dann in eine Kammer einzubringen, deren Volumen mindestens 1 000-mal so groß ist wie das der Prüflinge. Die Drahtanschlüsse sind so anzuordnen, dass der Abstand zwischen den Prüflingen oder zwischen Prüfling und Kammerwand mindestens 75 mm beträgt.

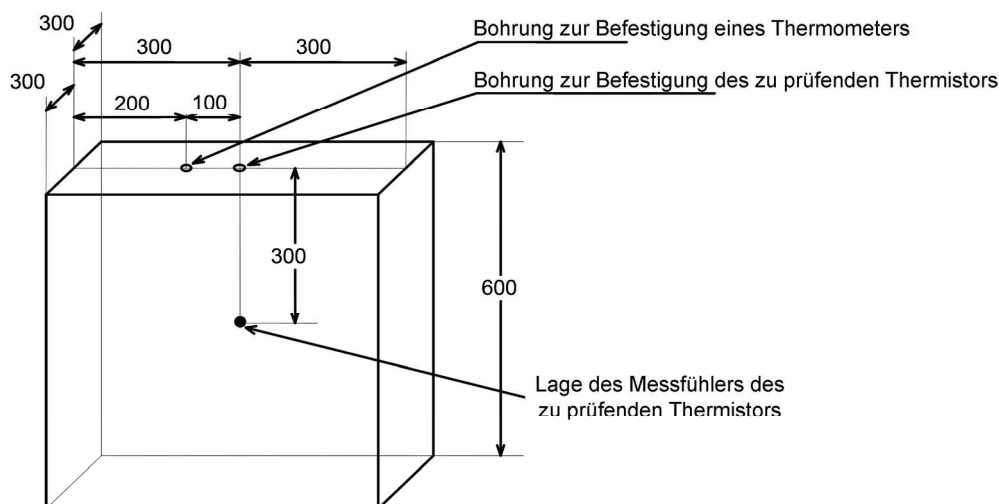


Bild 10 – Beispiel für eine Prüfkammer

Die Luft in der Kammer darf nicht umgewälzt werden und muss eine Temperatur von $25\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ haben. Die Thermistoren müssen an eine Schaltung nach Bild 11 angeschlossen werden.

Das hochohmige Spannungsmessgerät und das Strommessgerät müssen eine Messgenauigkeit von besser als 1 % haben.

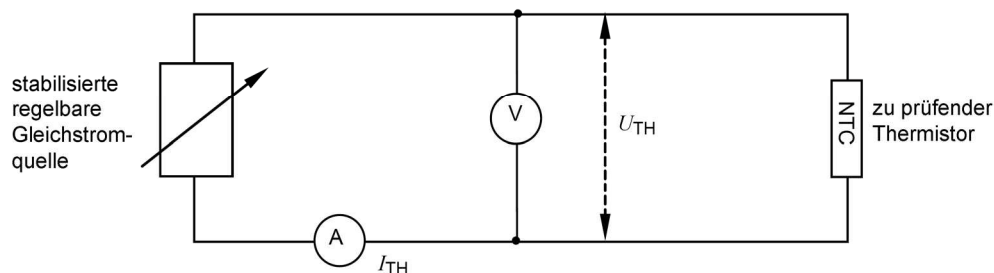


Bild 11 – Schaltplan zur Messung des Verlustfaktors

4.11.3 Der Strom I_{TH} muss so eingestellt werden, dass das Verhältnis U_{TH}/I_{TH} innerhalb 5 % des Nulllast-Widerstandswerts bei T_b liegt. Wenn stabile Ablesewerte erreicht sind, müssen die Werte U_{TH} und I_{TH} aufgezeichnet werden.

4.11.4 Der Verlustfaktor (δ) muss nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\delta = (U_{TH} \times I_{TH}) / (T_b - 25) \quad \text{W/°C}$$

Dabei ist:

T_b 85 °C, falls in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

U_{TH} gemessen in Volt;

I_{TH} gemessen in Ampere.

4.11.5 Der Verlustfaktor muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.

4.12 Thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur (τ_a)

4.12.1 Der Nulllast-Widerstand ist nach 4.6 erst bei der Temperatur T_i und dann bei T_a zu messen. T_i wird nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$T_i = T_b - (T_b - T_a) \times 0,632$$

Dabei ist:

T_b (273,15 + 85) K, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt;

T_a (273,15 + 25) K, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders festgelegt.

Die Messungen sind aufzuzeichnen.

4.12.2 Der Thermistor ist in ein Medium mit einer Temperatur T_a einzutauchen und verbleibt dort so lange, bis er die Temperatur des Mediums erreicht hat.

4.12.3 Der Thermistor ist dann unverzüglich in ein zweites Medium mit der Temperatur T_b einzutauchen. Es ist die Zeit zu messen, die der Thermistor benötigt, um den Nulllast-Widerstandswert bei T_i zu erreichen.

Das Ergebnis ist die thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur.

4.12.4 Die thermische Zeitkonstante durch Temperaturänderung muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzwerte liegen.

Das in 4.12.2 und 4.12.3 verwendete Medium, die Temperaturgrenzabweichung von T_a und T_b , die Durchflussrate der Luft oder Flüssigkeit und deren Viskosität sind in der Bauartspezifikation anzugeben.

ANMERKUNG Dieses Verfahren eignet sich nicht für Kleinstthermistoren, weil die Temperaturänderung während des Übergangs vom ersten Medium zum zweiten Medium zu bedeutenden Messfehlern führen kann.

4.13 Thermische Zeitkonstante für die Abkühlung nach Eigenerwärmung (τ_c)

4.13.1 Der Nulllast-Widerstand ist nach 4.6 bei den Temperaturen $T_b = (358,15 \pm 2)$ K, $T_a = (298,15 \pm 2)$ K und T_i zu messen. T_i wird nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$T_i = T_b - (T_b - T_a) \times 0,632$$

Die Messungen sind aufzuzeichnen.

ANMERKUNG In der Bauartspezifikation können andere Werte für T_a und T_b angegeben werden.

4.13.2 Der Thermistor ist wie in 4.11.2 beschrieben zu befestigen und in eine Kammer einzubringen, falls in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben. Vor dem Einbringen in die Prüfkammer muss der Thermistor an eine Messschaltung nach Bild 12 angeschlossen werden.

Das hochohmige Spannungsmessgerät und das Strommessgerät müssen eine Messgenauigkeit von besser als 1 % haben. Das Widerstandsmessgerät muss eine Messgenauigkeit von 0,1 % oder besser haben.