

DIN EN IEC 60738-1



ICS 31.040.30

Entwurf

Einsprüche bis 2022-05-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60738-1:2010-06

**Thermistoren –
Direkt geheizte temperaturabhängige Widerstände mit positivem
Temperaturkoeffizienten –
Teil 1: Fachgrundspezifikation
(IEC 40/2880/CDV:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60738-1:2021**

Thermistors –
Directly heated positive temperature coefficient –
Part 1: Generic specification
(IEC 40/2880/CDV:2021);
German and English version prEN IEC 60738-1:2021

Thermistances –
Coefficient de température positif à chauffage direct –
Partie 1: Spécification générique
(IEC 40/2880/CDV:2021);
Version allemande et anglaise prEN IEC 60738-1:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-03-11 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, Merianstraße 28, 63069 Offenbach 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 126 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 60738-1:2021-11 „Thermistoren – Direkt geheizte temperaturabhängige Widerstände mit positivem Temperaturkoeffizienten – Teil 1: Fachgrundspezifikation“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 40/2880/CDV:2021-11 „Thermistors – Directly heated positive temperature coefficient – Part 1: Generic specification“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 60738-1:2021-11 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 40 „Capacitors and resistors for electronic equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 614 „Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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 60738-1:2010-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.

Thermistoren – Direkt geheizte temperaturabhängige Widerstände mit positivem Temperaturkoeffizienten – Teil 1: Fachgrundspezifikation

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen.....	10
3 Begriffe.....	11
4 Allgemeine Anforderungen.....	20
4.1 Einheiten und Symbole.....	20
4.2 Vorzugswerte.....	20
4.2.1 Klimakategorie.....	20
4.2.2 Abstände.....	20
4.3 Aufschriften.....	21
4.3.1 Allgemeines.....	21
4.3.2 Codierung.....	21
5 Allgemeine Bestimmungen für Mess- und Prüfverfahren.....	22
5.1 Allgemeines.....	22
5.2 Normprüfbedingungen.....	22
5.2.1 Normalklima für Prüfungen.....	22
5.2.2 Messfehler.....	22
5.3 Trocknung und Nachbehandlung.....	22
5.3.1 Trocknung.....	22
5.3.2 Nachbehandlung.....	23
5.3.3 Schärfegrad der Prüfung Schocken.....	23
5.3.4 Schärfegrad der Prüfung Schwingen.....	23
5.4 Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Thermistoren).....	23
5.4.1 Allgemeines.....	23
5.4.2 Leiterplattenbohrung und Anschlussflächenbild.....	23
5.4.3 Wellenlötverfahren.....	24
5.4.4 Aufschmelzlötverfahren.....	24
6 Elektrische Prüfungen und Messungen.....	25
6.1 Nulllast-Widerstand.....	25
6.1.1 Allgemeines.....	25
6.1.2 Messverfahren.....	25
6.1.3 Anforderungen.....	25
6.2 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes.....	26
6.2.1 Allgemeines.....	26
6.2.2 Anforderungen.....	26
6.3 Isolationswiderstand (nur bei isolierten Bauarten).....	26

6.3.1	Allgemeines.....	26
6.3.2	Prüfverfahren.....	26
6.3.3	Anzulegende Spannung.....	27
6.3.4	Anforderungen.....	27
6.4	Spannungsprüfung (nur bei isolierten Bauarten).....	27
6.4.1	Allgemeines.....	27
6.4.2	Prüfverfahren.....	27
6.4.3	Prüfspannung.....	27
6.4.4	Anforderungen.....	27
6.5	Widerstandswert/Temperatur-Charakteristik.....	28
6.5.1	Allgemeines.....	28
6.5.2	Prüfverfahren.....	28
6.5.3	Anforderungen.....	28
6.6	Verlustfaktor bei $U_{\max}$ (δ).....	28
6.6.1	Allgemeines.....	28
6.6.2	Vorbehandlung.....	28
6.6.3	Prüfschaltung.....	28
6.6.4	Prüfverfahren.....	29
6.6.5	Anforderungen.....	29
6.7	Ansprechzeit bei Änderung der Umgebungstemperatur (t_a).....	29
6.7.1	Allgemeines.....	29
6.7.2	Vorbehandlung.....	29
6.7.3	Prüfverfahren.....	29
6.7.4	Messverfahren.....	30
6.7.5	Anforderungen.....	30
6.8	Ansprechzeit bei Änderung der elektrischen Leistung (t_p).....	30
6.8.1	Montage.....	30
6.8.2	Prüfverfahren.....	30
6.9	Thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur (τ_a).....	31
6.10	Thermische Abkühl-Zeitkonstante (τ_c).....	31
6.10.1	Montage.....	31
6.10.2	Prüfverfahren.....	31
6.10.3	Anforderungen.....	32
6.11	Schaltstrom und Schaltzeit.....	32
6.12	Nicht-Auslösestrom.....	33
6.13	Reststrom.....	33
6.14	Oberflächentemperatur.....	33
6.15	Einschaltstrom.....	35
6.15.1	Messschaltung.....	35

6.15.2	Messverfahren.....	35
6.16	Energie durch Entladung.....	36
6.16.1	Messschaltung.....	36
6.16.2	Messverfahren.....	36
7	Mechanische Prüfung und Messungen.....	37
7.1	Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	37
7.1.1	Sichtprüfung.....	37
7.1.2	Aufschriften.....	37
7.1.3	Maße (Lehrenmaße).....	37
7.1.4	Maße (Einzelmaße).....	37
7.2	Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse.....	37
7.2.1	Prüfung U_{a1} – Zug.....	37
7.2.2	Prüfung U_b – Biegefestigkeit (bei der Hälfte der Stichprobe) (nicht zutreffend für Thermistoren in Glasgehäuse oder Umhüllung).....	38
7.2.3	Prüfung U_c – Verdrehfestigkeit (bei der anderen Hälfte der Stichprobe).....	38
7.2.4	Sichtprüfung.....	38
7.2.5	Endmessungen und Anforderungen.....	38
7.3	Schwingen.....	38
7.4	Schocken.....	39
7.5	Scherprüfung (Haftvermögen).....	39
7.5.1	Prüfbedingungen.....	39
7.5.2	Prüfverfahren.....	39
7.5.3	Anforderungen.....	39
7.6	Trägerbiegeprüfung.....	40
7.6.1	Montage.....	40
7.6.2	Anfangsmessungen.....	40
7.6.3	Prüfverfahren.....	40
7.6.4	Messungen.....	40
7.6.5	Anforderungen.....	40
7.6.6	Endprüfung und Anforderungen.....	40
8	Umgebungs- und Klimaprüfungen.....	40
8.1	Rascher Temperaturwechsel.....	40
8.2	Reihenfolge von klimatischen Prüfungen.....	41
8.2.1	Anfangsmessungen.....	41
8.2.2	Trockene Wärme.....	41
8.2.3	Feuchte Wärme (zyklisch), erster Zyklus.....	41
8.2.4	Kälte.....	41
8.2.5	Niedriger Luftdruck.....	41
8.2.6	Feuchte Wärme (zyklisch), restliche Zyklen.....	41
8.2.7	Endmessungen.....	42

8.3	Feuchte Wärme, konstant.....	42
8.4	Lebensdauer.....	42
8.4.1	Dauerprüfung bei Raumtemperatur (zyklisch).....	42
8.4.2	Dauerprüfung bei oberer Kategorietemperatur.....	43
8.4.3	Dauerprüfung bei höchster Betriebstemperatur und höchster Betriebsspannung.....	44
8.4.4	Elektrische Wechselbeanspruchung bei kalter Umgebung.....	45
8.4.5	Thermische Instabilität.....	46
9	Prüfung zur Montage des Bauelements.....	46
9.1	Lötbarkeit.....	46
9.1.1	Allgemeines.....	46
9.1.2	Thermistoren mit Zuleitungen.....	46
9.1.3	Oberflächenmontierbarer Thermistor.....	47
9.2	Lötwärmebeständigkeit.....	47
9.2.1	Allgemeines.....	47
10	Qualitätsbewertungsverfahren.....	48
10.1	Allgemeines.....	48
10.1.1	Anwendbarkeit der Bauartanerkennung.....	49
10.2	Primäre Fabrikationsstufe.....	49
10.3	Untervergabe.....	49
10.4	Baulich ähnliche Bauelemente.....	49
10.4.1	Bei elektrischen Prüfungen.....	49
10.4.2	Bei Umweltprüfungen.....	49
10.4.3	Bei Sichtprüfungen.....	49
10.4.4	Bei Dauerprüfungen.....	50
10.5	Bauartanerkennungsverfahren.....	50
10.5.1	Voraussetzungen für die Bauartanerkennung.....	50
10.5.2	Antrag auf Bauartanerkennung.....	50
10.5.3	Prüfverfahren für die Bauartanerkennung.....	50
10.5.4	Bauartanerkennung nach dem Verfahren mit fester Stichprobengröße.....	50
10.5.5	Erteilung der Bauartanerkennung.....	57
10.5.6	Aufrechterhaltung der Bauartanerkennung.....	57
10.5.7	Qualitätskonformitätsprüfung.....	57
10.6	Nacharbeit und Reparatur.....	59
10.6.1	Nacharbeit.....	59
10.6.2	Reparatur.....	59
10.7	Freigabe zur Auslieferung.....	59
10.7.1	Allgemeines.....	59
10.7.2	Freigabe zur Auslieferung im Rahmen der Bauartanerkennung vor Beendigung der Prüfungen der Gruppe B.....	59
10.8	Bestätigte Prüfberichte zu freigegebenen Losen.....	59

10.9	Verzögerte Auslieferung.....	59
10.10	Alternative Prüfverfahren.....	59
10.11	Fertigung außerhalb der geographischen Grenzen der Nationalen Überwachungsstellen der IECQ.....	60
10.12	Ungeprüfte Eigenschaften.....	60
Anhang A (informativ) Montage für elektrische Messungen.....		61
A.1	Montage für Thermistoren ohne Drahtanschlüsse.....	61
A.2	Montage für Thermistoren mit Drahtanschlüssen.....	62
A.3	Befestigung von oberflächenmontierbaren Thermistoren.....	62
Anhang B (informativ) Montage zur Temperaturmessung.....		64
Anhang X (informativ) Querverweise für Verweisungen auf die vorherige Überarbeitung dieser Norm.....		65
Bilder		
Bild 1 – Übliche Widerstands-Temperatur-Kennlinie und Begriffe für PTC-Widerstände (bei Nulllast).....		13
Bild 2 – Typische R-TNF-Kennlinie für PTC-Widerstände in Anwendungen als Messfühler.....		14
Bild 3 – Typische Strom-Spannungs-Kennlinie eines Kaltleiters.....		15
Bild 4 – I_{in} als Funktion von t bei U_{dc}		17
Bild 5 – I_{in} als Funktion von t bei U_{RMS}		18
Bild 6 – Schaltung zum Messen des Verlustfaktors.....		29
Bild 7 – Temperaturgradient.....		30
Bild 8 – Messschaltung für die thermische Abkühl-Zeitkonstante.....		31
Bild 9 – Schaltung zur Messung der Oberflächentemperatur.....		34
Bild 10 – Messschaltung.....		35
Bild 11 – Messschaltung.....		36
Bild 12 – Schaltung für die Dauerprüfung bei dem höchsten Bemessungswert der Temperatur und der höchsten Spannung.....		45
Bild A.1 – Beispiel für das bevorzugte Montageverfahren für Thermistoren ohne Drahtanschlüsse.....		61
Bild A.2 – Beispiel für das bevorzugte Montageverfahren für Thermistoren mit Drahtanschlüssen.....		62
Bild A.3 – Beispiel für das bevorzugte Montageverfahren für oberflächenmontierbare Thermistoren.....		63
Bild B.1 – Beispiel für das bevorzugte Montageverfahren für Temperaturmessungen auf zylindrischen Heizelementen.....		64
Tabellen		
Tabelle 1 – Kriech- und Luftstrecken.....		21
Tabelle 2 – Prüfschärfen der Prüfung Schwingung.....		23
Tabelle 3 – Zugkraft.....		38
Tabelle 4 – Anzahl der Zyklen für jede Klimakategorie.....		41
Tabelle 5 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung von Thermistoren zur Strombegrenzung, Bewertungsstufe EZ.....		52
Tabelle 6 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung von Thermistoren zur Anwendung als Heizelement, Bewertungsstufe EZ.....		53
Tabelle 7 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung von Thermistoren als Schaltelement, Bewertungsstufe EZ.....		54

Tabelle 8 – Prüfplan mit fester Stichprobengröße für die Bauartanerkennung von Thermistoren als Temperaturfühler, Bewertungsstufe EZ.....	55
Tabelle 9 – Qualitäts-Konformitätsprüfung bei losweisen Prüfungen.....	58
Tabelle 10 – Qualitäts-Konformitätsprüfung bei periodischen Prüfungen.....	58
Tabelle A.1 – Empfohlene Anschlussflächenmaße.....	63
Tabelle X.1 – Verweisungen auf Abschnitte/Unterabschnitte oder Anhänge in IEC 60738-1.....	65

Einleitung

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) weist darauf hin, dass die Übereinstimmung mit diesem Dokument die Verwendung eines Patents bedeuten kann. Die IEC nimmt keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Inhaber dieses Patentrechtes hat der IEC zugesichert, dass er bereit ist, Lizenzen zu vernünftigen und nichtdiskriminierenden Bedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Inhabers dieses Patentrechtes bei der IEC registriert. Informationen können der Patentdatenbank unter <http://patents.iec.ch> entnommen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Gegenstand von Patentrechten sein können, die nicht in der Patentdatenbank enthalten sind. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60738 enthält Begriffe und Verfahren für Prüfungen von isolierten oder nicht isolierten Bauarten temperaturabhängiger Widerstände mit positivem Temperaturkoeffizienten, die im Wesentlichen aus ferroelektrischen Halbleiterwerkstoffen hergestellt sind.

Die Norm führt Normbegriffe, Kontroll- und Prüfverfahren für den Gebrauch in Bauartspezifikationen zur Bauartanerkennung und für Qualitätsbewertungssysteme für Bauelemente der Elektronik ein.

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 60027 (alle Teile), *Letter symbols to be used in electrical technology*

IEC 60050 (alle Teile), *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 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

Amendment 1 (1993)

Amendment 2 (1994)

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

Amendment 1 (1993)

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

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

IEC 60068-2-13, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature Amendment 1 (1986)*

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering Amendment 2 (1987)*

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

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

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12-hour cycle)*

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

IEC 60068-2-58, *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 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

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

IEC 61193-2, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 60617 (alle Teile) [DB]¹, *Graphical symbols for diagrams*

IEC 60717, *Method for 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*

IEC 61760-1, *Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

IEC QC 001002-3, *Rules of Procedure of the IEC Quality Assessment System for Electronic Components (IECQ) – Part 3: Approval procedures*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Bauart

Gruppe von Bauelementen mit gleichen Konstruktionsmerkmalen, die aufgrund ähnlicher Herstellungstechniken für die Bauartanerkennung oder für die Qualitäts-Konformitätsprüfung zusammengefasst werden können

Sie werden im Allgemeinen von einer einzigen Bauartspezifikation abgedeckt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Bauelemente, die in mehreren Bauartspezifikationen beschrieben sind, können in einigen Fällen als zugehörig zur selben Bauart betrachtet werden. Im Allgemeinen sind sie aber in einzelnen Bauartspezifikationen erfasst.

3.2

Bauform

Untergruppe einer Bauart mit bestimmten Nennmaßen und Eigenschaften

3.3

Thermistor

thermisch sensibler Halbleiterwiderstand, der aufgrund einer Veränderung der Körpertemperatur seinen elektrischen Widerstand deutlich verändert

3.4

temperaturabhängiger Widerstand mit positivem Temperaturkoeffizienten

temperaturabhängiger Widerstand, dessen Widerstandswert mit steigender Temperatur im nutzbaren Teil seiner Kennlinie ansteigt

3.5

Kaltleiter mit Schaltfunktion

PTC-Widerstand

Thermistor, der einen sprunghaften Anstieg seines Widerstandswertes zeigt, wenn bei steigender Temperatur

¹ "DB" refers to the IEC on-line database.

ein bestimmter Wert überschritten wird

Ein PTC-Widerstand zeigt Nebeneffekte, die berücksichtigt werden müssen.

3.6

Nulllast-Widerstand

R_T

Widerstandswert eines Kaltleiters, der bei vorgegebener Temperatur unter solchen Bedingungen gemessen wird, dass die durch Eigenerwärmung hervorgerufene Änderung des Widerstandswertes gegenüber dem gesamten Messfehler vernachlässigbar ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Jeder beliebige Widerstandswert eines Kaltleiters hängt von Höhe und Art der anliegenden Spannung (Gleich- oder Wechselspannung) und bei Wechselspannung von deren Frequenz ab (siehe 3.8 und 3.9).

3.7

Nennwiderstand bei Nulllast

R_n

Gleichstrom-Widerstandswert eines Thermistors, gemessen bei festgelegter Temperatur, vorzugsweise bei 25 °C, mit einer Verlustleistung, die so gering ist, dass eine weitere Leistungsverminderung nur zu einer geringfügigen Veränderung des Widerstandswertes führt. Der Nulllast-Widerstandswert kann, wenn es von der Bauartspezifikation verlangt wird, auch bei Wechselstrom gemessen werden

3.8

Spannungsabhängigkeit

Nebeneffekt, der den bei konstanter Körpertemperatur gemessenen Widerstandswert mit steigender Messspannung niedriger werden lässt

3.9

Frequenzabhängigkeit

Nebeneffekt, der mit steigender Frequenz zu einer deutlichen Abnahme des positiven Temperaturkoeffizienten des Thermistors führt

3.10

Widerstands-Temperatur-Kennlinie

Beziehung zwischen dem Widerstandswert eines Thermistors bei Nulllast und der Temperatur des thermisch sensitiven Widerstandselementes, gemessen unter festgelegten Bezugsbedingungen (siehe Bild 1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Für PTC-Widerstände kann mehr als eine Widerstands-Temperatur-Kennlinie angegeben sein. Der Nennwiderstandswert bei Nulllast der Widerstands-Temperatur-Kennlinie kann mit einer pulsformigen Spannung (Upulse) höher als 1,5 V gemessen werden, die in der Bauartspezifikation festgelegt ist. Die rechte Kurve in Bild 1 zeigt die typische Widerstands-Temperatur-Kennlinie bei Anwendung einer pulsformigen Spannung (Upulse).

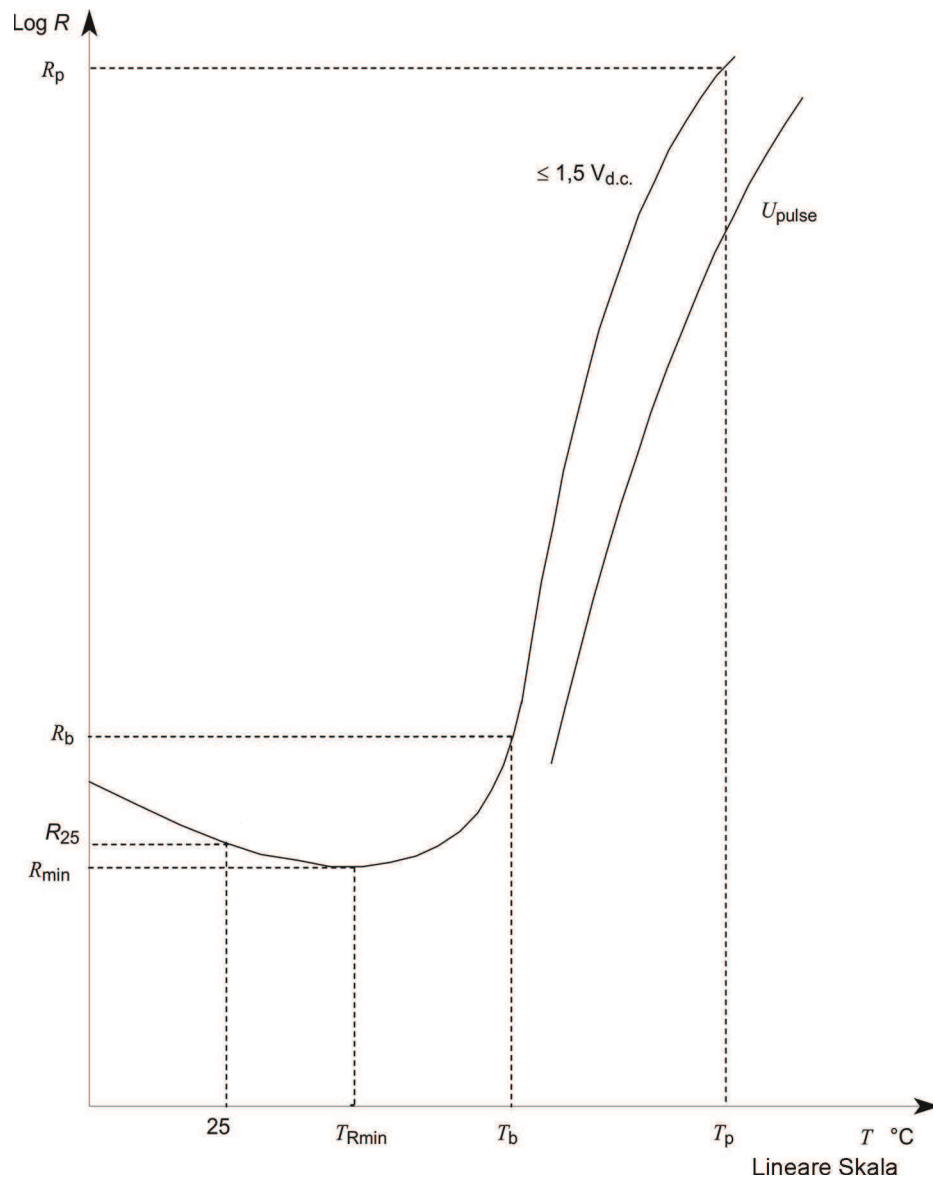


Bild 1 – Übliche Widerstands-Temperatur-Kennlinie und Begriffe für PTC-Widerstände (bei Nulllast)

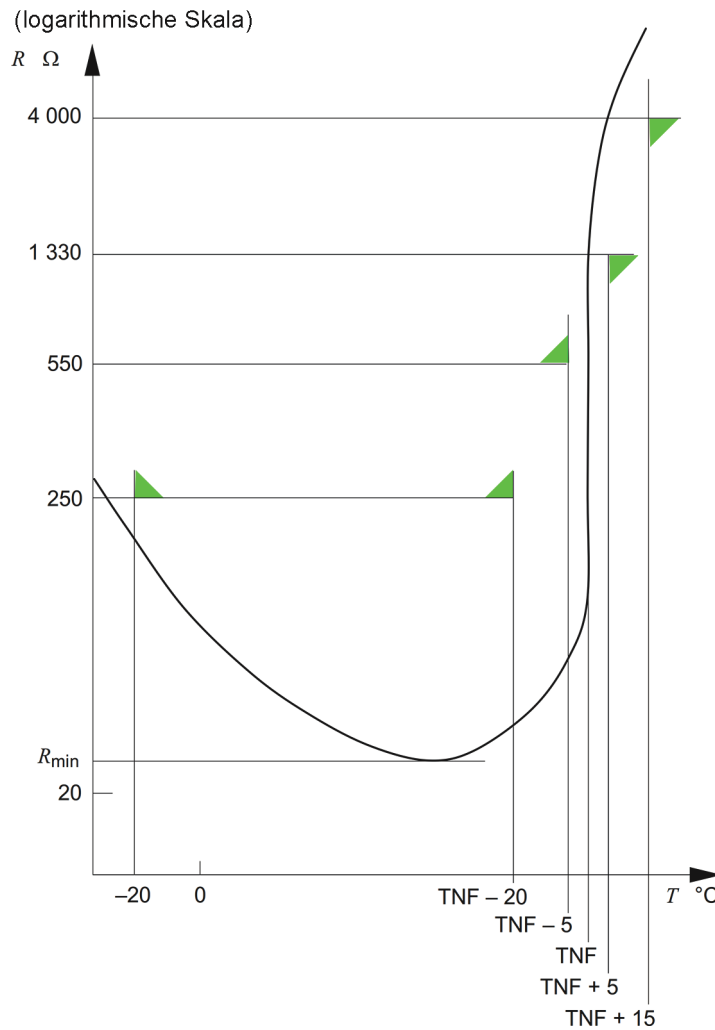
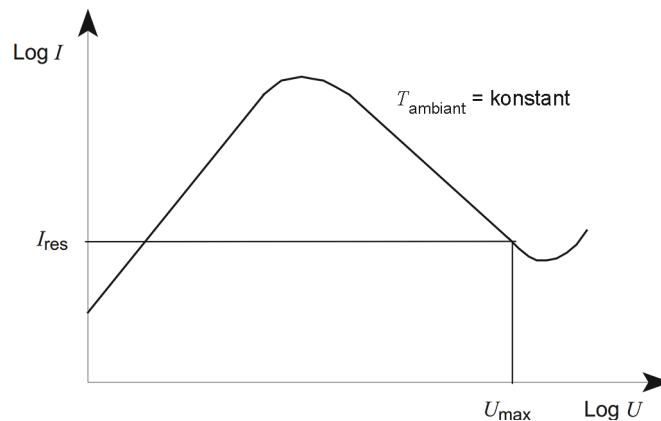


Bild 2 – Typische R-TNF-Kennlinie für PTC-Widerstände in Anwendungen als Messfühler

3.11

Strom-Spannungs-Kennlinie

Beziehung zwischen der an den Anschlüssen des Thermistors anliegenden Spannung (Gleich- und/oder Wechselspannung) und dem Strom im stationären Zustand bei ruhender Luft von 25°C (wenn nicht anders festgelegt) (siehe Bild 3)



ANMERKUNG 1 $U_{\max}$ wird vom Hersteller angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Durchbruchspannung ist ein Wert, oberhalb dessen der Kaltleiter seine charakteristischen Eigenschaften verliert.

Bild 3 – Typische Strom-Spannungs-Kennlinie eines Kaltleiters

3.12

Nenn-Ansprechtemperatur

T_{NF}

Nenntemperatur im steilen Teil der Widerstands-Temperatur-Kennlinie, bei der die Einrichtung, die der Kaltleiter steuert, ansprechen soll

Anmerkung 1 zum Begriff: T_{NF} ist ausschließlich für Kaltleiter in Anwendungen als Messfühler definiert.

3.13

Schalttemperatur

T_b

Temperatur, bei der der steile Anstieg des Widerstandswertes beginnt

3.14

kleinster Widerstandswert

$R_{\min}$

kleinster Widerstandswert auf der Kennlinie der Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes bei Nulllast (siehe Bilder 1 und 2)

3.15

Widerstandswert bei Schalttemperatur

R_b

Wert des Widerstandes bei Nulllast, welcher der Schalttemperatur entspricht, die als $R_b = 2 \times R_{\min}$ definiert ist. Als alternative Definition kann $R_b = 2 \times R_{25}$ verwendet werden. Wenn diese Definition benutzt wird, muss dies ausdrücklich in der Bauartspezifikation angegeben werden.

3.16

Temperatur beim Kleinstwiderstandswert

$T_{R\min}$

Temperatur, bei der der kleinste Widerstandswert $R_{\min}$ auftritt

3.17

Temperatur

T_p

Temperatur, höher als $R_{\min}$ im PTC-Teil der Widerstands-Temperatur-Kennlinie, für die ein Mindestwert $R_{\min}$ des Widerstandes bei Nulllast festgelegt ist

3.18

Widerstandswert

R_p

Nulllast-Widerstand bei der Temperatur T_p , der beim Höchstwert der Betriebsspannung oder einer in der Bauartspezifikation angegebenen Spannung gemessen und als Mindestwert angegeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung sollte unter solchen Bedingungen durchgeführt werden, dass jegliche Änderung des Widerstandswertes aufgrund von innerer Erwärmung gegenüber dem Gesamtmessfehler gering ist. Die angelegte Spannung und die Eigenschaften aller verwendeten Impulse sollten in der Bauartspezifikation angegeben werden; beim Anlegen des Höchstwertes der Spannung darf der Höchstwert des Überlaststroms nicht überschritten werden.

3.19

mittlerer Temperaturbeiwert des Widerstandswertes bei vorgegebener Spannung

α_R

Steilheit der Änderung des Widerstandswertes mit der Temperatur, angegeben in %/K

Er wird errechnet nach der Gleichung:

$$\alpha_R = \frac{100}{(T_p - T_b)} \times \ln \frac{R_p}{R_b}$$

Dabei ist T_p um mindestens 10 K höher, als T_b .

Die Temperaturen T_p und T_b müssen, falls zutreffend, angegeben werden, und die Messbedingungen für R_b und R_p sollten die gleichen sein, sofern in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bauartspezifikation darf vorschreiben, dass der Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes in einem engen Temperaturbereich gemessen wird, in dem er seinen größten Wert hat. In solchen Fällen muss die Bauartspezifikation auch ein Messverfahren angeben.

3.20

obere Kategorietemperatur

UCT

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

3.21

untere Kategorietemperatur

LCT

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

3.22

Höchstwert der Betriebsspannung

U_{max}

höchste Spannung (Gleich- oder Wechselspannung), die dauernd am Thermistor anliegen darf, ohne dass der Höchstwert des Überlaststroms beim Einschalten überschritten wird

3.23

Betriebstemperaturbereich beim Höchstwert der Betriebsspannung

Umgebungstemperaturbereich, in dem der Thermistor dauernd beim Höchstwert der Betriebsspannung betrieben werden kann, ohne dass der Höchstwert des Überlaststroms überschritten wird

3.24

Isolationsspannung (nur zutreffend bei isolierten Thermistoren)

höchste Scheitelspannung, die unter Bedingungen des Dauerbetriebes zwischen beliebigen Anschlüssen des Thermistors und einer leitenden Fläche anliegen darf

3.25

Höchstwert des Überlaststroms

I_{mo}

Wert des Stroms (Gleichstrom oder Wechselstrom), der im Betriebstemperaturbereich unter den festgelegten

Bedingungen für Umgebungstemperatur und Spannung nicht überschritten werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann notwendig sein, den Strom durch den Thermistor mit einem Vorwiderstand R_s zu begrenzen.

3.26

Reststrom

I_{res}

Wert des Stroms (Gleichstrom oder Wechselstrom) durch den Thermistor bei einer festgelegten Umgebungstemperatur (bevorzugt 25 °C) im eingeschwungenen Zustand. Die anliegende Spannung ist dabei der Höchstwert der Betriebsspannung, soweit kein anderer Wert festgelegt ist (siehe Bild 3).

3.27

Auslösestrom

I_t

niedrigster Strom, der den Thermistor bei einer festgelegten Umgebungstemperatur (bevorzugt 25 °C) innerhalb einer in der Bauartspezifikation festzulegenden Zeitspanne in den Zustand hohen Widerstandes schalten lässt

3.28

Höchstwert des Nicht-Auslösestroms

$I_{max nt}$

Höchstwert des Stroms bei einer festgelegten Umgebungstemperatur (bevorzugt 25 °C), den der Thermistor im Zustand niedrigen Widerstandes für unbegrenzte Zeit führen kann

3.29

Einschaltstrom

I_{in}

Strom während des Einschaltvorgangs vom Beginn des Stromflusses bis zum Erreichen des stationären Betriebszustandes

3.30

Spitzenwert des Einschaltstroms

$I_{in p}$

Spitzenwert des Einschaltstroms ist der Höchstwert des Stroms während des Einschaltvorgangs (siehe Bild 4)

3.31

Mindestspitzenwert des Einschaltstroms

$I_{in p min}$

kleinster festgelegter Wert des Spitzenwertes des Einschaltstroms

3.32

maximaler Spitzenwert des Einschaltstroms

$I_{in p max}$

größter festgelegter Wert des Spitzenwertes des Einschaltstroms

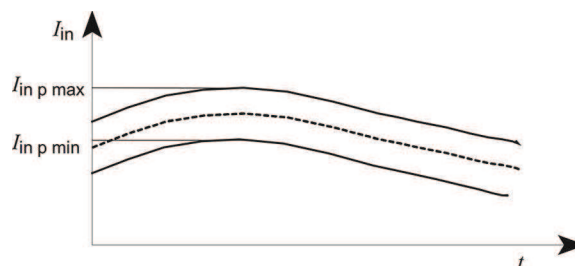


Bild 4 – I_{in} als Funktion von t bei U_{dc}

3.33

Spitze-Spitze-Wert des Einschaltstroms (nur für Wechselstrom)

$I_{in\ pp}$

Wert des Einschaltstroms gemessen zwischen dem angrenzenden positiven und negativen Spitzenwert (siehe Bild 5)

3.34

Mindestwert des Spitze-Spitze-Wertes des Einschaltstroms

$I_{in\ pp\ min}$

kleinster angegebener Spitze-Spitze-Wert des Einschaltstroms

3.35

Höchstwert des Spitze-Spitze-Wertes des Einschaltstroms

$I_{in\ pp\ max}$

höchster angegebener Spitze-Spitze-Wert des Einschaltstroms

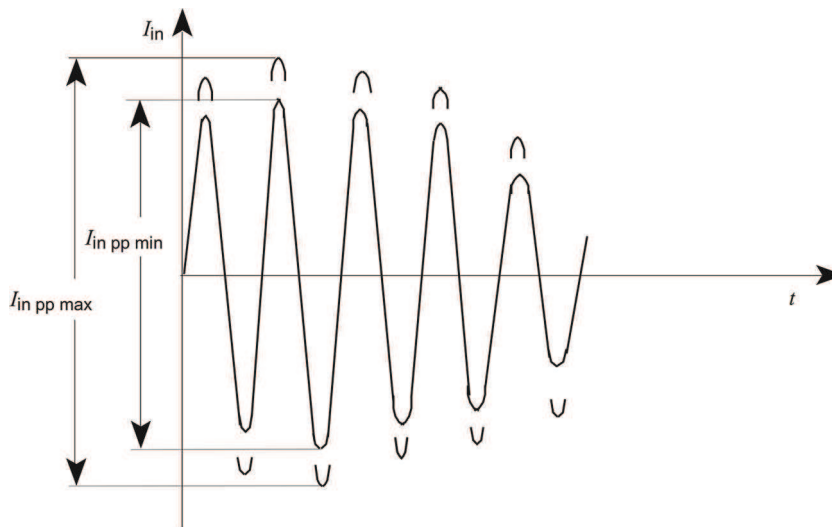


Bild 5 – I_{in} als Funktion von t bei U_{RMS}

3.36

Spitzenwert der Einschaltleistung

$P_{in\ p}$

Höchstwert der Leistung ($U \times I_{in\ p}$), welche beim Stromhöchstwert des Einschaltvorgangs vom Moment des Einschaltens bis zum Erreichen des stationären Zustandes auftritt, wobei Umgebungstemperatur, Spannung und Schaltung festgelegt sind

3.37

Höchstwert der Spitzeneinschaltleistung

$P_{in\ p\ max.}$

höchste elektrische Leistung, die während der Dauer des Einschaltvorgangs auftreten kann, ehe der Thermistor seinen stationären Betriebszustand erreicht hat

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Bauartspezifikation sollte festgelegt werden, ob der „Scheitelwert“ oder der „Effektivwert“ der Spannung angewendet werden sollte.

3.38

Höchstwert der Leistung

$P_{max.}$

Höchstwert der Leistung ist die Leistung ($U_{max.} \times I_{res.}$), die der Thermistor bei anliegendem Höchstwert der Betriebsspannung dauerhaft abgeben kann, wobei festgelegte Bedingungen für Umgebungstemperatur, Schaltung und Verlustfaktor gegeben sind, wenn das thermische Gleichgewicht erreicht ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird eine Wechselspannungsquelle verwendet, sollten Spannung und Strom mit Echt-Effektivwertmessgeräten gemessen werden.

3.39

maximale Energie

$E_{\max}$

maximale Energie (in J) ist die Energie ($C_{th} \times (T_b - T_{amb})$), die vom Thermistor während eines kurzen Einschaltvorgangs ohne Eigenerwärmung über die Schalttemperatur (T_b) hinaus absorbieren kann. Die maximale Energie wird unter den festgelegten Bedingungen für Spannung, Zeit, Schaltkreis und Umgebungstemperatur (vorzugsweise 25 °C) angewandt.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Energie ($C \times U_{\max}^2/2$) wird durch vollständiges Entladen eines bekannten Kondensators C, der bei PTC $U_{\max}$, in den PTC-Widerstand bereitgestellt.

3.40

Verlustfaktor

δ

Quotient (in W/K) aus der Änderung der im Thermistor entstehenden Verlustleistung und der zugehörigen Änderung seiner Körpertemperatur unter festgelegten Umgebungsbedingungen (Temperatur, Medium)

3.41

Wärmewiderstand

R_{th}

Quotient (in K/W) aus der Temperaturdifferenz zwischen dem Thermistor und seiner Umgebung und der vom Thermistor aufgenommenen Leistung unter festgelegten Umgebungsbedingungen (Temperatur, Medium)

Anmerkung 1 zum Begriff: Verlustfaktor und Wärmewiderstand sind zueinander reziprok.

3.42

Wärmekapazität

C_{th}

Energie (in J), die der Thermistor aufnehmen muss, um seine Temperatur um 1 K zu erhöhen

3.43

Ansprechzeit

- a) Ansprechzeit bei Änderung der Umgebungstemperatur (t_a)

die Zeit (in s), die ein Thermistor benötigt, um zwischen zwei definierten Zuständen seine Temperatur zu ändern, wenn er einer Umgebungstemperaturänderung ausgesetzt wird

- b) Ansprechzeit bei Änderung der elektrischen Leistung (t_p)

die Zeit (in s), die ein Thermistor für seine Temperaturänderung zwischen zwei definierten Zuständen von Zufuhr elektrischer Leistung benötigt

3.44

thermische Zeitkonstante

die thermische Zeitkonstante (ideal) eines Thermistors ist das Produkt aus seiner Wärmekapazität und seinem Wärmewiderstand

- a) thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur (τ_a)

die Zeit, die ein Thermistor benötigt, um auf eine äußere sprunghafte Änderung der Umgebungstemperatur von 63,2 % anzusprechen

- b) thermische Abkühlzeitkonstante (τ_c)

die Zeit, die ein Thermistor benötigt, um sich um 63,2 % seiner Übertemperatur und Endtemperatur aufgrund elektrischer Erwärmung in ruhender Luft abzukühlen

3.45

isolierte Thermistoren

Thermistoren, die die im Prüfplan vorgeschriebenen Anforderungen an Isolationswiderstand und Spannungsprüfung erfüllen können

3.46

Oberflächentemperatur

T_s

Temperatur in der Grenzfläche zweier Medien unter bestimmten Bedingungen

3.47

Oberflächen-Endtemperatur

T_{sf}

Temperatur, die unter bestimmten Bedingungen nach Einstellung des thermischen Gleichgewichtes erreicht wird

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Einheiten und Symbole

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

IEC 60027

IEC 60050

IEC 60617

IEC 80000-1

Wenn weitere Angaben benötigt werden, müssen diese nach den Grundsätzen der vorstehend genannten Dokumente gebildet werden.

4.2 Vorzugswerte

4.2.1 Klimakategorie

Thermistoren werden nach Klimakategorien entsprechend der im Anhang zu IEC 60068-1 angegebenen Regeln eingeteilt. Die Bauartspezifikation muss die entsprechende Kategorie vorschreiben.

4.2.2 Abstände

Die Abstände von Teilen des Thermistors mit unterschiedlicher Polarität dürfen nicht kleiner als die anwendbaren Werte sein, die in Tabelle 1 festgelegt sind.

Tabelle 1 – Kriech- und Luftstrecken

Umgebung	Betriebsspannung					
	Gleichspannung oder Effektivwert der Wechselspannung in Volt					
	≤ 32	> 32 und ≤ 50	> 50 und ≤ 300	> 300 und ≤ 600	> 600 und ≤ 800	> 800 und ≤ 1000
Abgedichtet oder gekapselt	Ausnahme 1	0,4 mm	0,8 mm	0,8 mm	1,0 mm	1,5 mm
Sauber	Ausnahme 1	1,0 mm	1,0 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm
Normal und verschmutzt	Ausnahme 1	1,0 mm	1,5 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm

Diese Werte gelten sowohl für Kriech- als auch für Luftstrecken.

Ausnahme 1: Wie bei Kriech- und Luftstrecken für Kaltleiter mit einer Bemessungsbetriebsspannung unter 32 V erfüllt dieser Wert das Ziel der Anforderungen, wenn der Kaltleiter die in der Bauartspezifikation festgelegte Höchstspannung besitzt.

Ein Trennsteg oder eine Isolierschicht zur Herstellung von Abständen darf nicht dünner als 0,71 mm sein.

Ausnahme 2: Die Dicke eines Trennstegs oder einer Isolierschicht, die bei mindestens 50 % des erforderlichen Luftabstandes benutzt wird, darf nicht dünner als 0,33 mm sein.

Ausnahme 3: Ein Trennsteg oder eine Isolierschicht, der/die dünner als oben angegeben ist, erfüllt die Anforderungen, wenn untersucht und nachgewiesen wurde, dass er/sie die Bemessung für die vorgesehenen Anwendungsbedingungen erfüllt und dem oben angegebenen Steg oder der Isolierschicht mechanisch und elektrisch gleichwertig ist.

4.3 Aufschriften

4.3.1 Allgemeines

Die folgenden Angaben müssen in der angegebenen Reihenfolge deutlich auf dem Thermistor angebracht werden, soweit es der verfügbare Platz erlaubt.

- Die Grundkennwerte entsprechen der Anwendung des Thermistors, die in der Bauartspezifikation anzugeben ist. Werden diese Werte verschlüsselt (einschließlich Farbschlüssel), müssen darüber Angaben in der Bauartspezifikation oder der Bauartbezeichnung enthalten sein.
- Name des Herstellers und/oder Firmenzeichen.
- Datum der Herstellung;
- Nummer der Bauartspezifikation und Bauform.

Die Verpackung der Thermistoren muss mit allen zuvor genannten Angaben deutlich gekennzeichnet werden.

Jede zusätzliche Kennzeichnung muss so angebracht werden, dass keine Unklarheiten entstehen können.

4.3.2 Codierung

Wenn für das Datum eine Kurzbezeichnung verwendet wird, muss das Verfahren aus IEC 60062 gewählt werden.

5 Allgemeine Bestimmungen für Mess- und Prüfverfahren

5.1 Allgemeines

Der Vordruck für Bauartspezifikationen muss durchzuführende Prüfungen angeben, welche Messungen vor und nach jeder Prüfung oder Untergruppe von Prüfungen durchzuführen sind und die Reihenfolge, in der diese Prüfungen durchgeführt werden müssen. Die Schritte jeder einzelnen Prüfung müssen in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden. Die Messbedingungen für Anfangs- und Endmessungen müssen gleich sein.

Falls nationale Festlegungen innerhalb eines Qualitätsbewertungssystems andere Verfahren als die in den oben genannten Festlegungen beinhalten, müssen diese vollständig beschrieben werden.

Die in allen Spezifikationen angegebenen Grenzwerte sind absolute Grenzwerte. Das Prinzip, Messunsicherheiten zu berücksichtigen, muss gelten (siehe IEC QC 03-3).

5.2 Normprüfbedingungen

5.2.1 Normalklima für Prüfungen

Wenn nicht anders festgelegt, müssen alle Prüfungen und Messungen bei Normalklimaten für Prüfungen nach IEC 60068-1, 5.3, durchgeführt werden.

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

Für alle Prüfungen, bei denen eine Temperatur genau einzuhalten ist, müssen die Thermistoren in ein ständig gut durchmisches, nichtleitendes, nicht korrosives und nicht reduzierendes Medium eingebracht werden, das auf der Prüftemperatur gehalten wird. Die Thermistoren müssen sich im thermischen Gleichgewicht befinden, bevor Messergebnisse aufgezeichnet werden.

Wenn Messungen bei einer anderen als der angegebenen Temperatur gemacht werden, müssen die Ergebnisse, soweit nötig, auf die angegebene Temperatur korrigiert werden. Die während der Messungen herrschende Umgebungstemperatur muss im Prüfbericht angegeben werden.

Während der Messungen darf der Thermistor keinem Luftzug, keiner unmittelbaren Sonnenbestrahlung und keinen anderen Einflüssen, die Fehler verursachen könnten, ausgesetzt werden.

Die Prüfungen müssen in der festgelegten Reihenfolge ausgeführt werden.

5.2.2 Messfehler

Der Gesamtmeßfehler der Messungen, der von Wärmeabgabe, Temperaturabweichungen und Unsicherheit der Messeinrichtung herrührt, darf 10 % der in der Bauartspezifikation zugelassenen Grenzabweichungen nicht übersteigen.

5.3 Trocknung und Nachbehandlung

5.3.1 Trocknung

Wenn Trocknung in der Spezifikation verlangt wird, muss der Thermistor vor Beginn der Messungen unter Verwendung von Verfahren I oder II nach Maßgabe der Bauartspezifikation vorbehandelt werden.

Verfahren I

(24 ± 4) h in einem Trockenschrank bei (55 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 20 %.

Verfahren II

(36 ± 4) h in einem Trockenschrank bei (100 ± 5) °C.

Der Thermistor muss dann in einer Trockenkammer unter Verwendung eines geeigneten Trockenmittels wie aktiviertem Aluminiumoxid oder Silicagel abkühlen. Er verbleibt darin von der Entnahme aus dem Trockenschrank bis zum Beginn der angegebenen Prüfungen.

5.3.2 Nachbehandlung

Wenn Nachbehandlung verlangt ist, muss der Thermistor für 1 h bis 2 h im Normalklima für Prüfungen gelagert werden.

5.3.3 Schärfegrad der Prüfung Schocken

Der in der Bauartspezifikation anzugebende Schärfegrad der Prüfung ist vorzugsweise:

Prüfung Ea (IEC 60068-2-27)

Impulsform: Halbsinus

Beschleunigung 500 m/s²

Impulsdauer: 11 ms

Schärfegrad: 3 Stöße nacheinander in jeder Richtung der Achse bei jedem Prüfling.

Für jede Achse sind neue Prüflinge zu verwenden (je Prüfling insgesamt 6 Stöße).

5.3.4 Schärfegrad der Prüfung Schwingen

Der in der Bauartspezifikation anzugebende Schärfegrad der Prüfung muss aus Tabelle 2 ausgewählt werden:

Prüfung Fc (IEC 60068-2-6)

Tabelle 2 – Prüfschärfen der Prüfung Schwingung

Frequenz Hz	Gesamtzahl der Frequenzzyklen
10 bis 55	3 × 24
10 bis 500	3 × 10
10 bis 2 000	3 × 8

5.4 Befestigung (nur für oberflächenmontierbare Thermistoren)**5.4.1 Allgemeines**

Ein Beispiel für die Montage eines oberflächenmontierbaren Thermistors ist in Bild B.3 dargestellt.

5.4.2 Leiterplattenbohrung und Anschlussflächenbild

Oberflächenmontierbare Thermistoren müssen auf einem geeigneten Träger montiert werden; das Befestigungsverfahren hängt vom Aufbau des Thermistors ab. Der Träger ist üblicherweise eine 1,6 mm dicke Leiterplatte aus Epoxidharzglasgewebe (wie in IEC 61249-2-7, IEC-EP-GC-Cu festgelegt) oder ein 0,635 mm dicker Aluminium-Träger, welcher keinen Einfluss auf die Prüfung oder Messung haben darf. In der

Bauartspezifikation muss angegeben sein, welcher Werkstoff bei den elektrischen Messungen zu verwenden ist.

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 müssen in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

Falls andere Montageverfahren gelten, sollten sie klar und deutlich in der Bauartspezifikation beschrieben werden.

5.4.3 Wellenlötverfahren

Falls in der Bauartspezifikation Schwalllötten festgelegt ist, muss ein geeigneter Kleber, dessen Einzelheiten in der Bauartspezifikation festgelegt werden können, zur Befestigung der Bauteile vor dem Löten auf dem Träger verwendet werden.

Mit einer geeigneten Vorrichtung müssen kleine Klebstoffmengen zwischen den Leitern des Trägers aufgebracht werden, um wiederholbare Ergebnisse sicherzustellen.

Die oberflächenmontierbaren Thermistoren müssen mit einer Pinzette auf die Klebstoffpunkte aufgesetzt werden. 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.

Der Lötvorgang muss einmal wiederholt werden (insgesamt zwei Zyklen).

Der Träger muss mit einem geeigneten Lösemittel (siehe IEC 60068-2-45, 3.1.2) für 3 min gereinigt werden.

5.4.4 Aufschmelzlötverfahren

Falls die Bauartspezifikation Aufschmelzlöten vorschreibt, gelten die folgenden Montageverfahren:

- Das Formlot oder das pastöse Lot 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 solchen oberflächenmontierbaren Thermistoren verwendet werden, die Lotsperren besitzen. Ein verwendetes bleifreies Formlot oder pastöses Lot muss ein Sn96,5-Ag3,0-Cu0,5-Lot oder ein abgeleitetes Lot sein, welches gemeinsam mit einem Flussmittel eingesetzt wird, wie in IEC 60068-2-58 angegeben.
- Die oberflächenmontierbaren Thermistoren müssen dann auf den metallisierten Anschlussflächen des Prüfrägers platziert werden, um so den Kontakt zwischen den Thermistoren und den Anschlussflächen des Trägers herzustellen.
- Der Träger muss anschließend in oder auf einem geeigneten Heizsystem gelagert werden (flüssiges Lot, Heizplatte, Tunnelofen usw.). Die Temperatur der Einheit 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 sollte mit einem geeigneten Lösemittel entfernt werden (siehe IEC 60068-2-45, 3.1.2). Bei allen nachfolgenden Handhabungen müssen Verunreinigungen vermieden werden. Es muss gründlich auf Sauberkeit in den Prüfkammern und bei den Messungen im Anschluss an die Prüfungen geachtet werden.

ANMERKUNG 2 In der Bauartspezifikation kann ein stärker eingegrenzter Temperaturbereich gefordert sein.

ANMERKUNG 3 Bei Anwendung des Dampfphasenlötens kann das gleiche Verfahren mit entsprechend angepassten Temperaturen angewendet werden.

6 Elektrische Prüfungen und Messungen

6.1 Nulllast-Widerstand

6.1.1 Allgemeines

Der Nulllast-Widerstand muss bei der in der Bauartspezifikation angegebenen Temperatur gemessen werden.

6.1.2 Messverfahren

Die Thermistoren müssen in der für sie üblichen Weise in korrosionsbeständigen Klammern auf einer Trägerplatte aus Polytetrafluoräthylen (PTFE) oder einem gleichwertigen Isolierstoff befestigt werden.

Dann müssen die Thermistoren in ein nicht korrosives und nicht reduzierendes Medium eingetaucht werden, dessen Temperatur entsprechend dem Prüfverfahren konstant gehalten wird.

Alle Messungen müssen ohne Eigenerwärmung (bei Nulllast) des Prüflings durchgeführt werden. Es muss eine Impulsspannung angelegt werden, wenn die Spannung eine Eigenerwärmung des Bauteils zur Folge hat. Höhe und Kennwerte der Impulsspannung müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

Das Messverfahren muss folgende Bedingungen erfüllen:

- a) Für Temperaturen kleiner oder gleich T_{Rmin} :
 - 1) Bei der Messung absoluter Widerstandswerte darf der Fehler nicht größer sein als 10 % der Grenzabweichung des Widerstandes;
 - 2) bei der Messung von Änderungen des Widerstandswertes darf der Fehler nicht größer sein als 10 % des angegebenen Höchstwertes der Änderung des Widerstandswertes.
- b) Für Temperaturen höher als T_{Rmin} :
 - 1) Bei der Messung absoluter Widerstandswerte
 - i) mit angegebener Grenzabweichung des Widerstandes darf der Fehler nicht größer sein als 10 % der angegebenen Grenzabweichung;
 - ii) mit angegebenem Mindestwert des Widerstandes darf der Fehler nicht größer als $0,5 \alpha_R$ (in %) des angegebenen Kleinstwertes sein.
 - 2) Bei der Messung von Änderungen des Widerstandswertes
 - i) mit angegebener Grenzabweichung des Widerstandes darf der Fehler nicht größer sein als 10 % der angegebenen Grenzabweichung;
 - ii) mit angegebenem Mindestwert des Widerstandes darf der Fehler nicht größer als $0,5 \alpha_R$ (in %) vom Messwert sein.

Wenn eine Impulsspannung verwendet wird, müssen in der Bauartspezifikation die Kennwerte der Impulse angegeben werden.

ANMERKUNG α_R ist der mittlere Temperaturkoeffizient.

6.1.3 Anforderungen

Der Widerstandswert bei Nulllast muss innerhalb der Grenzwerte liegen, die in der Bauartspezifikation angegeben sind.

6.2 Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes

6.2.1 Allgemeines

Der Temperaturkoeffizient ist für eine festgelegte Spannung nach der in 3.19 festgelegten Gleichung unter Verwendung der Widerstandswerte R_p und R_b , die bei einem beliebigen in der Bauartspezifikation angegebenen Temperaturpaar gemessen wurden, zu berechnen.

6.2.2 Anforderungen

Der Temperaturkoeffizient des Widerstandswertes muss innerhalb der vorgeschriebenen Grenzabweichung liegen.

6.3 Isolationswiderstand (nur bei isolierten Bauarten)

6.3.1 Allgemeines

Der Isolationswiderstand der Schutzhülle muss gemessen werden.

6.3.2 Prüfverfahren

Nach den Anweisungen in der Bauartspezifikation wird die Prüfung nach einem der nachstehenden Verfahren durchgeführt:

a) Verfahren 1

- a) Die nicht isolierten Teile des Thermistors müssen mit gut isolierendem Material umwickelt werden.

Der Thermistor wird derart in ein Gefäß gebracht, welches Metallkugeln von $(1,6 \pm 0,2)$ mm Durchmesser enthält, dass nur der isolierte Teil eintaucht. (Das Metall der Kugeln darf nicht dazu neigen, eine isolierende Oberflächenschicht zu bilden.)

Eine Elektrode wird in die Metallkugeln getaucht.

- b) Der Thermistor muss in eine Salzlösung gebracht werden, derart, dass nur der isolierte Teil eintaucht.

Die Lösung muss die gleiche Konzentration haben wie für die Prüfung „Salznebel“ (IEC 60068-2-11).

Eine Elektrode wird in die Lösung eingetaucht.

b) Verfahren 2

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

Bei Bauarten ohne axiale Anschlüsse muss zwischen der Folienkante und jedem Anschluss ein Abstand von 1 mm bis 1,5 mm eingehalten werden. 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 hinausragt, 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.

c) Verfahren 3

Der Thermistor muss in die Vertiefung eines metallischen V-förmigen Blocks gedrückt werden, dessen Flächen miteinander einen Winkel von 90° bilden und der so lang ist, dass der Körper des Thermistors nicht über seine Enden herausragt.

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

Der Thermistor muss wie folgt im V-förmigen Block angeordnet werden:

- zylindrische Thermistoren: Der Thermistor muss so in den Block eingelegt werden, dass der Anschluss, der von der Achse des Thermistors am weitesten entfernt ist, einer der Flächen des Blockes am nächsten zu liegen kommt.
- 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 eckigen Thermistoren mit axialen Anschlüssen bleibt jede außermittige Lage der Austrittsstelle eines Anschlusses unberücksichtigt.

6.3.3 Anzulegende Spannung

Der Isolationswiderstand muss mit einer Gleichspannung von (100 ± 15) V zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Thermistors als einem Pol und den Metallkugeln oder der Metallfolie oder dem V-Block als dem anderen Pol gemessen werden.

Die Spannung muss für 1 min angelegt werden oder für eine kürzere Dauer, die notwendig für einen konstanten Ablesewert ist. Der Isolationswiderstand wird am Ende dieser Dauer abgelesen.

6.3.4 Anforderungen

Wenn die Thermistoren wie vorgeschrieben gemessen werden, darf der Wert des Isolationswiderstandes nicht niedriger sein als der betreffende Wert in der Bauartspezifikation.

6.4 Spannungsprüfung (nur bei isolierten Bauarten)

6.4.1 Allgemeines

Die Thermistoren müssen wie nachstehend angegeben geprüft werden.

6.4.2 Prüfverfahren

Nach Maßangabe der Bauartspezifikation muss eines der Verfahren nach 6.3.2 angewendet werden.

6.4.3 Prüfspannung

Es muss die Spannung angelegt werden, die im entsprechenden Sicherheitsdokument festgelegt ist. Gibt es kein derartiges Dokument, muss sie wie folgt bemessen werden.

Eine Wechselspannung mit einer Frequenz von 40 Hz bis 60 Hz mit einem Scheitelwert vom 1,4fachen der in der Bauartspezifikation festgelegten Isolationsspannung muss für (60 ± 5) s zwischen den miteinander verbundenen Anschlüssen des Thermistors als einem Pol und den Metallkugeln, der Metallfolie oder dem V-Block als dem anderen Pol angelegt werden.

Die Spannung muss gleichmäßig mit einer Anstiegsgeschwindigkeit von etwa 100 V/s erhöht werden. Die Prüfdauer darf auf 1 s verkürzt werden, wenn die Prüfspannung um 10 % erhöht wird.

6.4.4 Anforderungen

Es darf kein Durchschlag oder Überschlag auftreten.

6.5 Widerstandswert/Temperatur-Charakteristik

6.5.1 Allgemeines

Die Temperaturabhängigkeit des Widerstandswertes muss in der nachstehend beschriebenen Weise gemessen werden.

6.5.2 Prüfverfahren

Die Messung des Widerstandswertes muss bei den in der Bauartspezifikation angegebenen Spannungen und Temperaturen, im Übrigen nach dem in 7.5 vorgeschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

6.5.3 Anforderungen

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

6.6 Verlustfaktor bei $U_{\max}$ (δ)

6.6.1 Allgemeines

Wenn in der Bauartspezifikation nicht anders angegeben, muss der Verlustfaktor des PTC-Widerstandes beim Höchstwert der Betriebsspannung bestimmt werden

6.6.2 Vorbehandlung

Thermistoren mit Drahtanschlüssen müssen mit Klammern festgeklemmt und verbunden werden. Der Abstand vom Körper des Prüflings zu den Klemmen ist in der Bauartspezifikation angegeben.

Wenn möglich, müssen vorzugsweise Abstände von 1 mm, 2 mm, 5 mm und deren dezimalen Vielfachen gewählt werden.

Thermistoren mit anderen als Drahtanschlüssen müssen wie in der Bauartspezifikation beschrieben befestigt und verbunden werden.

Die Klammern mit den von ihnen gehaltenen Thermistoren müssen dann in eine Kammer eingeschlossen werden, deren Volumen mindestens 1 000-mal so groß ist wie das der zu prüfenden Thermistoren. Die Drähte müssen so angeordnet werden, dass kein Thermistor einen kleineren Abstand als 75 mm von anderen Thermistoren oder von den Kammerwänden hat.

Die Luft in der Kammer darf nicht umgewälzt werden und muss eine Temperatur von $(25 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ haben. Die Thermistoren müssen in die nachstehende Prüfschaltung eingeschaltet werden.

6.6.3 Prüfschaltung

An die Thermistoren muss langsam ansteigend der in der Bauartspezifikation angegebene Höchstwert der Betriebsspannung ($U_{\max}$) angelegt werden, wobei sichergestellt sein muss, dass dabei I_{mo} nicht überschritten wird (siehe Bild 6).

Nachdem beim Höchstwert der Betriebsspannung ($U_{\max}$) ein stabiler Zustand erreicht ist, muss der Strom durch den Thermistor gemessen und notiert werden. Bei Wechselstrom müssen Scheitelwert und Effektivwert des Stromes notiert werden.

6.6.4 Prüfverfahren

Der Thermistor muss in ein Medium nach 5.2 eingetaucht werden. Unter Nulllastbedingungen (Impulse) muss die höchste zulässige Gleichspannung oder eine Wechselspannung mit dem höchsten zulässigen Scheitelwert angelegt werden.

Die Temperatur des Mediums muss dann erhöht werden, bis der Gleichstrom oder der Scheitelwert des Wechselstroms den gleichen Wert wie vorher aufgezeichnet annimmt.

Die dabei erreichte Temperatur (°C) muss notiert werden (T_3).

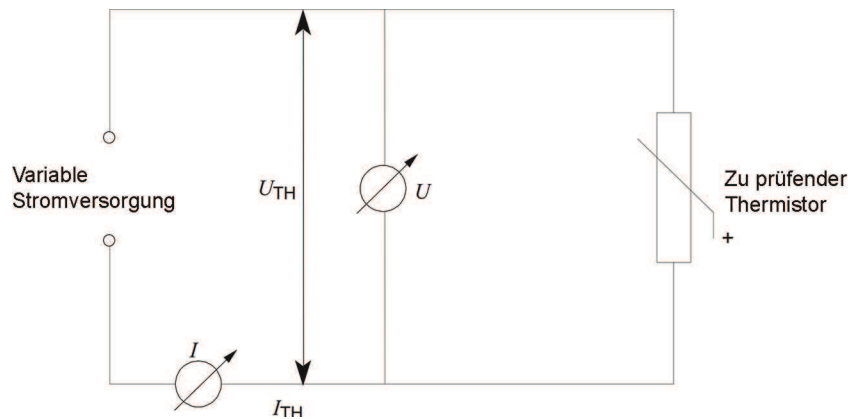


Bild 6 – Schaltung zum Messen des Verlustfaktors

6.6.5 Anforderungen

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

$$\delta = \frac{U_{TH} \times I_{TH}}{T_3 - 25}$$

$$\text{Bei Gleichstrom } \delta = \frac{U_{dc} \times I_{dc}}{T_3 - 25}$$

$$\text{Bei Wechselstrom } \delta = \frac{U_{rms} \times I_{rms}}{T_3 - 25}$$

6.7 Ansprechzeit bei Änderung der Umgebungstemperatur (t_a)

6.7.1 Allgemeines

Die Widerstandswerte R_1 und R_2 des Thermistors bei den Temperaturen T_1 und T_2 müssen unter Verwendung des in der Bauartspezifikation festgelegten Verfahrens ermittelt und aufgezeichnet werden.

6.7.2 Vorbehandlung

Der Thermistor muss in ein nach 5.2 definiertes Medium, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, von der Temperatur T_1 eingetaucht werden, bis er Temperaturgleichgewicht erreicht hat.

6.7.3 Prüfverfahren

Der Thermistor muss dann in ein nach 5.2 definiertes Medium, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, von der Temperatur T_3 eingetaucht werden ($T_3 > T_2$, T_3 muss in der Bauartspezifikation festgelegt sein). Die Umlagerungszeit von Zustand 1 zu Zustand 2 darf 2 s nicht überschreiten.

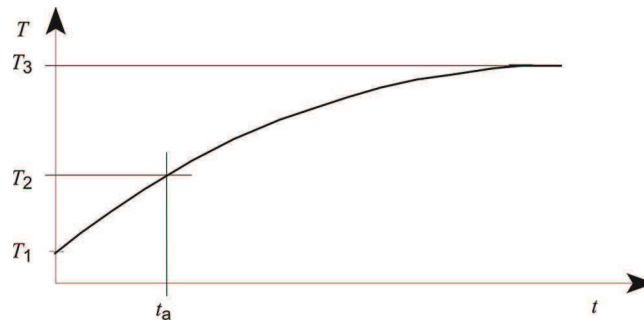


Bild 7 – Temperaturgradient

6.7.4 Messverfahren

Die Zeitspanne zwischen dem Moment des Eintauchens nach 6.7.3 und dem Moment, in dem der Widerstandswert des Thermistors R_2 erreicht, ist die Ansprechzeit t_a (siehe Bild 7).

6.7.5 Anforderungen

Die Ansprechzeit muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzen liegen.

6.8 Ansprechzeit bei Änderung der elektrischen Leistung (t_p)

6.8.1 Montage

Thermistoren mit Drahtanschlüssen müssen mit Klammern festgeklemmt und verbunden werden. Der Abstand vom Körper des Prüflings zu den Klemmen ist in der Bauartspezifikation angegeben.

Wenn möglich, müssen vorzugsweise Abstände von 1 mm, 2 mm, 5 mm und deren dezimalen Vielfachen gewählt werden.

Thermistoren mit anderen als Drahtanschlüssen müssen wie in der Bauartspezifikation beschrieben befestigt und verbunden werden.

Bei isolierten Anschlüssen wird unabhängig von ihrer Länge an deren Enden gemessen.

6.8.2 Prüfverfahren

Die Thermistoren müssen in eine Kammer eingeschlossen werden, wobei die Temperatur von anderen Thermistoren sowie die Nähe der Kammerwände die Prüfergebnisse im Wesentlichen nicht beeinflussen dürfen.

Die Temperatur in der Kammer wird auf den für diese Prüfung in der Bauartspezifikation festgelegten Wert gebracht, und es wird abgewartet, bis die Luft zum Gleichgewicht kommt.

Die Thermistoren werden an getrennte Konstantstromquellen angeschlossen, die auf einen für diese Prüfung nach Bauartspezifikation festgelegten Wert voreingestellt werden, die Spannung wird auf 50 % von $U_{\max}$ begrenzt.

Die Ansprechzeit muss gemessen werden, wenn der Strom die Hälfte seines voreingestellten Wertes erreicht, oder zu dem Zeitpunkt, der in der Bauartspezifikation angegeben ist.

Die Ansprechzeit muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzen liegen.

6.9 Thermische Zeitkonstante für die Änderung der Umgebungstemperatur (τ_a)

Es muss das in 6.7 beschriebene Verfahren angewendet werden. Die thermische Zeitkonstante bei Änderung der Umgebungstemperatur ist laut Definition gleich 63,2 % der Ansprechzeit bei Änderung der Umgebungstemperatur (t_a), gemessen in 6.7.

6.10 Thermische Abkühl-Zeitkonstante (τ_c)

6.10.1 Montage

Thermistoren mit Drahtanschlüssen müssen mit Klammern festgeklemmt und verbunden werden. Der Abstand vom Körper des Prüflings zu den Klemmen ist in der Bauartspezifikation angegeben.

Wenn möglich, müssen vorzugsweise Abstände von 1 mm, 2 mm, 5 mm und deren dezimalen Vielfachen gewählt werden.

Thermistoren mit anderen als Drahtanschlüssen müssen wie in der Bauartspezifikation beschrieben befestigt und verbunden werden.

Bei isolierten Anschlüssen wird unabhängig von ihrer Länge an deren Enden gemessen.

6.10.2 Prüfverfahren

Die Thermistoren werden in ruhender Luft bei einer Temperatur T_0 ($T_0 = 25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$) in eine Prüfkammer eingebracht, deren Rauminhalt mindestens dem Tausendfachen der Prüflinge entspricht; dabei darf kein Thermistor weniger als 75 mm Abstand von anderen Thermistoren oder den Kammerwänden haben.

Vor dem Einbringen in die Prüfkammer werden die Thermistoren an eine Messschaltung nach Bild 8 angeschlossen.

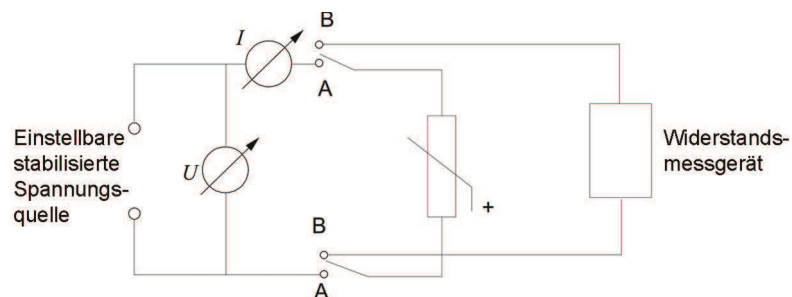


Bild 8 – Messschaltung für die thermische Abkühl-Zeitkonstante

Das hochohmige Spannungsmessgerät und das Strommessgerät müssen mit einer Messunsicherheit von höchstens 1 % anzeigen. Das Widerstandsmessgerät darf eine Messunsicherheit von höchstens 0,1 % haben.

Je nach den nachstehend beschriebenen Voraussetzungen muss Verfahren A oder B angewendet werden.

a) Verfahren 1

Anwendbar, wenn $(T_3 - T_b) > 0,632 (T_3 - T_0)$

Anfangsmessungen: $-R_{T_3}$ und R_{T_2} bei $T_2 = T_3 - 0,632 (T_3 - T_0)$.

Bei geschlossenen Kontakten AA wird die Spannung so eingestellt, dass die vom Thermistor aufgenommene Leistung dessen Temperatur auf einen Wert geringfügig höher als T_3 (berechnet wie in 6.6) ansteigen lässt und die Anzeigen der Instrumente stabil sind.

Die aufgenommene Leistung kann dann beispielsweise wie folgt berechnet werden:

$$P = U \times I = 1,1 (T_3 - T_0) \times \delta$$

Dabei hat δ den nach 6.6 berechneten Wert.

Dann wird der Thermistor auf die Kontaktstellung BB geschaltet. Die Zeitmessung beginnt, sobald der Widerstandswert R_{T_3} wieder erreicht und das Widerstandsmessgerät angeglichen ist.

Die Zeitmessung muss beendet werden, wenn das Widerstandsmessgerät einen Wert für R_{T_2} anzeigt.

Die dazwischen verstrichene Zeit wird notiert. In diesem Falle entspricht ihr Wert der thermischen Abkühl-Zeitkonstanten.

b) Verfahren 2

Anwendbar, wenn $(T_3 - T_b \leq 0,632 (T_3 - T_0))$

Anfangsmessungen: $-R_{T_3}$ und R_b .

Bei geschlossenen Kontakten AA wird die Spannung so eingestellt, dass die vom Thermistor aufgenommene Leistung dessen Temperatur auf einen Wert geringfügig höher als T_3 ansteigen lässt und die Anzeigen der Instrumente stabil sind.

Die aufgenommene Leistung kann dann beispielsweise wie folgt berechnet werden:

$$P = U \times I = 1,1 (T_3 - T_0) \times \delta$$

Dabei hat δ den nach 6.6 berechneten Wert.

Dann wird der Thermistor auf die Kontaktstellung BB geschaltet. Die Zeitmessung beginnt, sobald der Widerstandswert R_{T_3} wieder erreicht und das Widerstandsmessgerät angeglichen ist.

Die Zeitmessung wird beendet, wenn das Widerstandsmessgerät den Wert R_b anzeigt; die dazwischen verstrichene Zeit t wird notiert. Die thermische Abkühl-Zeitkonstante wird dann wie folgt berechnet:

$$\tau_c = t / \ln [(T_3 - T_0) / (T_b - T_0)]$$

Bei Thermistoren mit kurzer Zeitkonstante sollten sowohl zum Umschalten zwischen den beiden Widerstandswert-Messungen als auch zum Messen des Zeitabstandes zwischen den beiden Gleichgewichtszuständen automatische Schaltvorrichtungen verwendet werden.

Die Leistung, die dem Thermistor über das Gerät zum Messen des Widerstandswertes zugeführt wird, muss hinreichend klein sein, so dass der Nulllast-Widerstandswert gemessen werden kann.

6.10.3 Anforderungen

Die thermische Zeitkonstante muss unter Berücksichtigung der Grenzabweichungen dem in der Bauartspezifikation angegebenen Wert entsprechen.

6.11 Schaltstrom und Schaltzeit

Thermistoren mit Drahtanschlüssen müssen mit Klammern festgeklemmt und verbunden werden. Der Abstand vom Körper des Prüflings zu den Klemmen ist in der Bauartspezifikation angegeben.

Thermistoren mit anderen als Drahtanschlüssen müssen wie in der Bauartspezifikation beschrieben befestigt und verbunden werden.

Die Thermistoren müssen derart in eine Kammer eingeschlossen werden, dass die Temperatur anderer Thermistoren und die Nähe der Kammerwände die Prüfergebnisse nicht wesentlich beeinflussen.

Die Temperatur in der Kammer wird auf den für diese Prüfung in der Bauartspezifikation festgelegten Wert gebracht, und es wird abgewartet, bis die Luft zum Gleichgewicht kommt.

Die Thermistoren müssen einzeln an getrennte Konstantstromquellen angeschlossen werden, die auf den Wert I_t eingestellt sind, der in der Bauartspezifikation festgelegt ist. Die Spannung der Konstantstromquelle muss kleiner als 50 % von I_t oder die in der Bauartspezifikation festgelegte Spannung sein.

Nach einer bestimmten Zeit muss der Thermistor den Strom auf einen kleineren Wert reduzieren.

Falls in der Bauartspezifikation festgelegt, muss die Schaltzeit gemessen werden. Sie ist festgelegt als die Zeit zwischen dem Anfang der Messung und dem Zeitpunkt, an dem der Thermistor den Strom I_t auf 50 % reduziert hat.

6.12 Nicht-Auslösestrom

Die Thermistoren müssen wie in 8.4 angeschlossen und in eine Kammer eingebracht werden.

Die Temperatur in der Kammer wird auf den für diese Prüfung in der Bauartspezifikation festgelegten Wert gebracht, und es wird abgewartet, bis die Luft zum Gleichgewicht kommt.

Die Thermistoren müssen an eine Konstantstromquelle oder Konstantspannungsquelle angeschlossen werden, die auf den für diese Prüfung in der Bauartspezifikation angegebenen Wert eingestellt ist mit einer Spannungsbegrenzung auf 30 % von $U_{\max}$.

Mit Ablauf der in der Bauartspezifikation angegebenen Zeit wird die Spannung über jedem Thermistor gemessen und aufgezeichnet.

Der Thermistor darf nicht schalten.

6.13 Reststrom

Thermistoren mit Drahtanschlüssen müssen mit Klammern festgeklemmt und verbunden werden. Der Abstand vom Körper des Prüflings zu den Klemmen ist in der Bauartspezifikation angegeben.

Thermistoren mit anderen als Drahtanschlüssen müssen wie in der Bauartspezifikation beschrieben befestigt und verbunden werden.

Die Thermistoren müssen derart in eine Kammer eingeschlossen werden, dass die Temperatur anderer Thermistoren und die Nähe der Kammerwände die Prüfergebnisse nicht wesentlich beeinflussen.

Die Temperatur in der Kammer wird auf den für diese Prüfung in der Bauartspezifikation festgelegten Wert gebracht, und es wird abgewartet, bis die Luft zum Gleichgewicht kommt.

Die Thermistoren werden zum Schalten gebracht, indem die Spannung, wenn nicht anders in der Bauartspezifikation angegeben, bis zur höchsten Betriebsspannung (Wechselspannung oder Gleichspannung) gesteigert wird.

Die in der Bauartspezifikation angegebene Zeit zum Stabilisieren der Thermistoren wird abgewartet.

Der Strom muss innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzen liegen.

6.14 Oberflächentemperatur

Die Oberflächentemperatur eines Thermistors muss bei der höchsten Betriebsspannung ermittelt werden, wenn nicht anders in der Bauartspezifikation angegeben.

Das isolierte Heizelement muss wie in der Bauartspezifikation festgelegt (siehe beispielsweise Anhang B) befestigt werden, an eine stabilisierte Spannungsquelle angeschlossen und über einen zweipoligen Schalter mit einem Zeit/Temperatur-Schreiber verbunden, wie in Bild 9 dargestellt.

Die Messunsicherheit des Schreibers muss kleiner als 1,5 K sein.

Bei Produkten, wie z. B. PTC-Geräte, bei denen das Thermoelement die Wärmeableitung verändert und die Messung der Oberflächentemperatur beeinflusst, können die Messungen auch nach IR-Bestrahlungsverfahren unter Bedingungen durchgeführt werden, unter denen der Messabstand und der Emissionsgrad eindeutig definiert sind.

Die Prüfaufnahme muss in eine Kammer gebracht und so aufgestellt werden, dass sie von anderen Thermistoren und den Kammerwänden mindestens einen Abstand von 75 mm hat.

Die Luft in der Kammer darf nicht umgewälzt werden und muss eine Temperatur von $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ haben. Der Thermistor muss an den in Bild 9 dargestellten Stromkreis angeschlossen werden.

Durch Betätigen des zweipoligen Schalters wird die höchste Spannung an den Thermistor gelegt und gleichzeitig der Schreiber in Betrieb gesetzt.

Zu den in der Bauartspezifikation anzugebenden Zeiten bzw. Temperaturen muss die Temperatur bzw. Zeit notiert werden. Die Temperatur/Zeit muss innerhalb der Grenzen liegen, die in der Bauartspezifikation festgelegt sind.

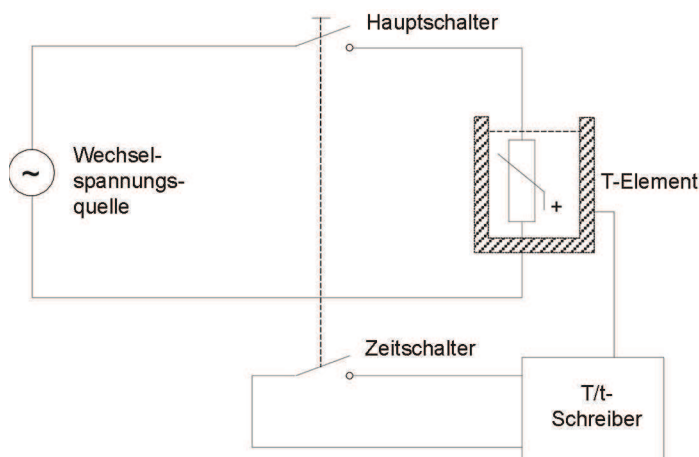
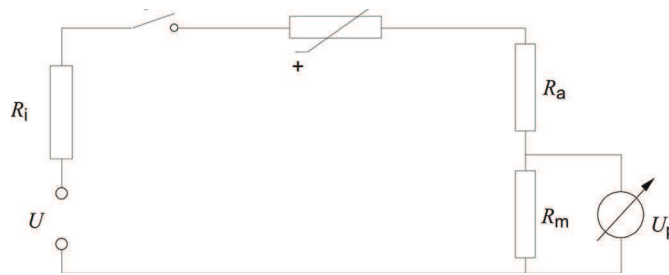


Bild 9 – Schaltung zur Messung der Oberflächentemperatur

6.15 Einschaltstrom

6.15.1 Messschaltung



Legende

U	Einstellbare stabilisierte Spannungsquelle
R_i	Innenwiderstand
S	Hochstromschalter
R_a	Serienwiderstand
R_m	Messwiderstand
U_p	Spitzenspannungsmessgerät (Speicheranzeige)

Bild 10 – Messschaltung

6.15.2 Messverfahren

Der Thermistor muss, wie in der Bauartspezifikation beschrieben, mit einem Serienwiderstand in die Messschaltung eingebaut werden.

Der Widerstand zur Strommessung muss Teil des Gesamtserienwiderstandes R_s sein, so dass $R_s = R_a + R_m + R_i$ innerhalb der in der Bauartspezifikation angegebenen Grenzen liegt.

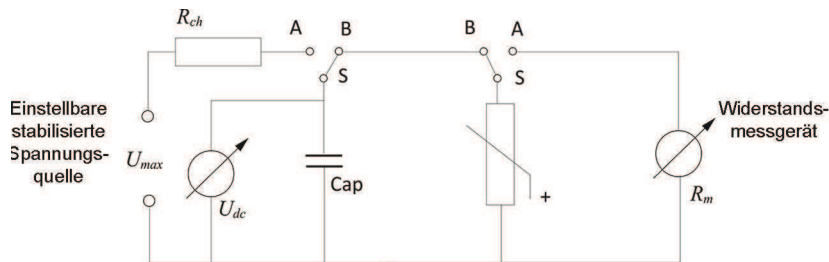
Die Spannung und die Umgebungstemperatur müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

Die stabilisierte Spannungsquelle darf ihre Ausgangsspannung während des Messvorganges um nicht mehr als 1 % ändern. (Die Quellimpedanz muss berücksichtigt werden.)

Der Einschaltstrom muss mit einem Speicher-Spitzenspannungsmesser oder einem Speicheroszilloskop mit einer Messgenauigkeit besser als 3 % gemessen werden.

6.16 Energie durch Entladung

6.16.1 Messschaltung



Legende

- U Einstellbare stabilisierte Spannungsquelle (Gleichspannung)
- Cap Kondensator
- S Hochstromschalter
- R_m Messwiderstand
- R_{ch} Ladewiderstand
- U_{dc} Gleichspannungsmessgerät

Bild 11 – Messschaltung

6.16.2 Messverfahren

Die Thermistoren werden in ruhender Luft bei einer Temperatur T_0 ($T_0 = 25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$) in eine Prüfkammer eingebracht, deren Rauminhalt mindestens dem Tausendfachen der Prüflinge entspricht; dabei darf kein Thermistor weniger als 75 mm Abstand von anderen Thermistoren oder den Kammerwänden haben. Der Thermistor muss in der für ihn üblichen Weise befestigt werden.

Vor dem Einbringen in die Prüfkammer werden die Thermistoren an eine Messschaltung nach Bild 11 angeschlossen.

Wenn sich der Schalter in der Stellung AA befindet, wird der Kondensator über den Ladewiderstand R_{ch} auf die höchste angegebenen Gleichspannung des PTC geladen. Der PTC-Widerstand (R_{PTC}) wird mit R_m gemessen. Der Kondensator Cap muss so ausgewählt werden, dass die geladene Energie der höchsten angegebenen Energie des PTC entspricht. ($E_{max} = C \cdot U_{max}^2 / 2$)

Die höchste Energie, die höchste Gleichspannung und die Umgebungstemperatur müssen in der Bauartspezifikation angegeben werden.

Wenn der Kondensator Cap auf U_{max} aufgeladen wurde, wird Schalter S in Stellung BB gestellt und die Spannung U_{dc} wird mittels eines Speicheroszilloskop mit einer Messgenauigkeit besser als 3 % gemessen. Es wird die Zeit gemessen, die benötigt wird, 13,5 % des aufgebrachten U_{max} -Wertes zu erreichen. Die Entladezeit bis zum Erreichen von 13,5 % von U_{max} sollte höchstens $2 \times 2 \times R_{PTC} \times Cap$ Sekunden betragen. 13,5 % von U_{max} entsprechen 2 RC-Zeiten, wobei das maximale R dem 2fachen R_{PTC} entspricht, der zu Beginn der Prüfung durch R_m gemessen wurde.

7 Mechanische Prüfung und Messungen

7.1 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

7.1.1 Sichtprüfung

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

7.1.2 Aufschriften

Die Kennzeichnung muss bei der Sichtprüfung lesbar sein.

7.1.3 Maße (Lehrenmaße)

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

Soweit zutreffend, müssen die Messungen nach IEC 60294 und IEC 60717 durchgeführt werden.

7.1.4 Maße (Einzelmaße)

Alle in der Bauartspezifikation festgelegten Maße müssen geprüft werden. Sie müssen den festgelegten Werten entsprechen.

Gleichmaßen müssen die Abstände nach 5.3 geprüft werden, ausgenommen bei der losweisen und/oder periodischen Prüfung.

7.2 Widerstandsfähigkeit der Anschlüsse

- a) Der (die) in der Bauartspezifikation angegebene(n) zutreffende(n) Parameter muss (müssen) gemessen und aufgezeichnet werden.
- b) Die Thermistoren müssen den Verfahren der für sie zutreffenden Prüfungen U_a , U_b und U_c nach IEC 60068-2-21 unterzogen werden.
- c) Die Prüfungen U_b und U_c dürfen nicht angewendet werden, wenn in der Bauartspezifikation die Anschlüsse als starr beschrieben werden.

7.2.1 Prüfung U_{a1} – Zug

Falls die Bauartspezifikation nichts anderes festlegt, muss die für 10 s anzulegende Kraft betragen:

- für alle Anschlussarten außer Drahtanschlüssen: 20 N;
- für Drahtanschlüsse siehe Tabelle 3.

Tabelle 3 – Zugkraft

Nenn-Querschnittsfläche (<i>S</i>) (siehe Anmerkung)	Entsprechender Durchmesser (<i>d</i>) bei Runddrähten	Kraft mit einer Grenzabweichung von $\pm 10\%$
mm ²	mm	N
$S \leq 0,05$	$d \leq 0,25$	1
$0,05 < S \leq 0,1$	$0,25 < d \leq 0,35$	2,5
$0,07 < S \leq 0,2$	$0,35 < d \leq 0,5$	5
$0,2 < S \leq 0,5$	$0,5 < d \leq 0,8$	10
$0,5 < S \leq 1,2$	$0,8 < d \leq 1,25$	20
$1,2 < S$	$1,25 < d$	40

ANMERKUNG Bei Runddrähten, Band- oder Stiftanschlüssen entspricht der Nennquerschnitt dem Wert, der aus der (den) in der Einzelbestimmung angegebenen Nennabmessung(en) berechnet wurde. Bei Litzen ergibt sich die Nennquerschnittsfläche aus der Summe der in der Einzelbestimmung angegebenen Querschnitte der Einzeldrähte.

7.2.2 Prüfung Ub – Biegefestigkeit (bei der Hälfte der Stichprobe) (nicht zutreffend für Thermistoren in Glasgehäuse oder Umhüllung)

Zwei aufeinanderfolgende Biegevorgänge müssen durchgeführt werden (Verfahren 1).

7.2.3 Prüfung Uc – Verdrehfestigkeit (bei der anderen Hälfte der Stichprobe)

Zwei Verdrehungen um 180° müssen durchgeführt werden (Schärfegrad 2).

7.2.4 Sichtprüfung

Nach jeder dieser Prüfungen müssen die Thermistoren einer Sichtprüfung unterzogen werden. Sie dürfen keine sichtbaren Schäden aufweisen.

7.2.5 Endmessungen und Anforderungen

Nach der Prüfung werden die in der Bauartspezifikation festgelegten zutreffenden Parameter gemessen. Sie müssen den in der Bauartspezifikation festgelegten Anforderungen entsprechen.

7.3 Schwingen

Die in der Bauartspezifikation festgelegten anwendbaren Parameter müssen mit dem angegebenen Verfahren gemessen und aufgezeichnet werden.

Die Thermistoren müssen an ihren Anschlüssen und/oder mit ihren üblichen Befestigungsmitteln, wie in der Bauartspezifikation festgelegt, sicher befestigt werden.

Die Konstruktion der Thermistoren kann so beschaffen sein, dass spezielle Befestigungsvorrichtungen bei ihrer Verwendung erforderlich sind. In diesem Fall müssen die speziellen Vorrichtungen in der Bauartspezifikation beschrieben und für die Durchführung der Prüfungen Schwingen, Dauerschocken und Schocken verwendet werden.

Die Thermistoren müssen nach IEC 60068-2-6, Prüfung Fc, mit dem in der Bauartspezifikation festgelegten Schärfegrad geprüft werden.