

	DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.050 Ersatz für DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2012-03 Siehe Anwendungsbeginn Supraleitfähigkeit – Teil 4: Messung des Restwiderstandsverhältnisses – Restwiderstandsverhältnis von Nb-Ti und Nb₃Sn Verbundsupraleitern (IEC 61788-4:2016); Deutsche Fassung EN 61788-4:2016 Superconductivity – Part 4: Residual resistance ratio measurement – Residual resistance ratio of Nb-Ti and Nb₃Sn composite superconductors (IEC 61788-4:2016); German version EN 61788-4:2016 Supraconductivité – Partie 4: Mesurage du rapport de résistance résiduelle – Rapport de résistance résiduelle des composites supraconducteurs de Nb-Ti et de Nb₃Sn (IEC 61788-4:2016); Version allemande EN 61788-4:2016 Gesamtumfang 36 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-02-23 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-01-01.

Für **DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2012-03** besteht eine Übergangsfrist bis 2019-02-23.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2014-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 184 „Supraleiter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 90 „Superconductivity“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Die frühere **IEC 61788-11** „Superconductivity – Part 11: Residual resistance ratio measurement – Residual resistance ratio of Nb₃Sn composite superconductors“ wurde in die Neuauflage der hier vorliegenden IEC 61788-4:2016-01 eingearbeitet. Nach der Veröffentlichung von IEC 61788-4:2016-01 wurde **IEC 61788-11** in 02-2016 zurückgezogen. **DIN EN 61788-11 (VDE 0390-11):2012-04** „Supraleitfähigkeit – Teil 11: Messung des Restwiderstandsverhältnisses – Restwiderstandsverhältnis von Nb₃Sn-Verbundsupraleitern“ wird daher nach Erscheinen der Neuauflage von DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4) ebenfalls zurückgezogen.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2012-03** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Materialien mit eingetragenen Warenzeichen wurden durch Angabe der chemischen Bezeichnungen ersetzt;
- b) in **Anhang B** wurden die Tabellen mit Überschriften und Nummerierungen versehen;
- c) der Abschnitt zur Bestimmung der Messunsicherheit wurde zur besseren Verständlichkeit und zur Richtigstellung überarbeitet;
- d) eine Zusammenfassung der Vergleichsversuche (Round Robin Test) zum Restwiderstandsverhältnis in einem Nb-Ti Verbundsupraleiter wurde hinzugefügt;
- e) die Kelvin-Skala wurde als Temperaturskala eingeführt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4): 2002-07, 2008-04, 2012-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60050-815	a	
EN 61788 (alle Teile)	IEC 61788 (alle Teile)	DIN EN 61788 (VDE 0390) (alle Teile)	VDE 0390
–	IEC-Guide 98-3:2008	–	–
–	ISO/IEC-Guide 99:2007	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61788 (VDE 0390) (alle Teile), *Supraleitfähigkeit – Teil 1: Messen des kritischen Stromes – Kritischer Strom (Gleichstrom) von Nb-Ti-Verbundsupraleitern*

Supraleitfähigkeit –
Teil 4: Messung des Restwiderstandsverhältnisses –
Restwiderstandsverhältnis von Nb-Ti und Nb₃Sn Verbundsupraleitern
(IEC 61788-4:2016)

Superconductivity –
Part 4: Residual resistance ratio measurement –
Residual resistance ratio of Nb-Ti and Nb₃Sn
composite superconductors
(IEC 61788-4:2016)

Supraconductivité –
Partie 4: Mesurage du rapport de résistance
résiduelle –
Rapport de résistance résiduelle des
composites supraconducteurs de Nb-Ti et de
Nb₃Sn
(IEC 61788-4:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-02-23 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61788-4:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 90/359/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe der IEC 61788-4, erarbeitet vom IEC/TC 90 „Superconductivity“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61788-4:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-11-23
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-02-23

Dieses Dokument ersetzt **EN 61788-4:2011**.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61788-4:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Verfahren	7
5 Geräte	7
5.1 Material des Messspulenkörpers oder der Messplatine	7
5.2 Durchmesser des Messspulenkörpers und Länge der Messplatine	7
5.3 Kryostat für die Messung des Widerstands R_2	8
6 Probenvorbereitung	8
7 Messung und Auswertung	8
7.1 Widerstand (R_1) bei Raumtemperatur	8
7.2 Widerstände (R_2 oder R_2^*) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung	8
7.2.1 Korrektur des Dehnungseffektes	8
7.2.2 Messung des Tieftemperaturwiderstandes	9
7.2.3 Optionale Bestimmungsverfahren	11
7.3 Korrektur des gemessenen Widerstands R_2^* in Nb-Ti Verbundsupraleitern hinsichtlich der Biegedehnung	11
7.4 Restwiderstandsverhältnis (RRR)	11
8 Messunsicherheit und Stabilität des Messverfahrens	11
8.1 Temperatur	11
8.2 Spannungsmessung	11
8.3 Strom	11
8.4 Abmessungen	12
9 Prüfbericht	12
9.1 RRR-Wert	12
9.2 Probe	12
9.3 Messbedingungen	13
9.3.1 Messung von R_1 und R_2	13
9.3.2 Messung von R_1	13
9.3.3 Messung von R_2	13
Anhang A (informativ) Zusätzliche Information zur Messung des Restwiderstandsverhältnisses (RRR)	14
A.1 Empfehlung zur Ausrichtung der Probe bei der Montage	14
A.2 Alternative Verfahren zur Anhebung der Probentemperatur über die Temperatur des Übergangs zur Supraleitung	14

A.3	Alternative Verfahren zur Messung von R_2 oder R_2^*	14
A.4	Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses von der Biegedehnung in Nb-Ti Verbundsupraleitern	16
A.5	Verfahren zur Korrektur des Einflusses der Biegedehnung	20
Anhang B (informativ)	Messunsicherheitsbetrachtungen	21
Anhang C (informativ)	Abschätzung der Messunsicherheit beim Messverfahren zur Bestimmung von RRR in Nb-Ti und Nb ₃ Sn Verbundsupraleitern	25
C.1	Bestimmung der Messunsicherheit	25
C.2	Zusammenfassung der Vergleichsversuche (Round Robin Test) zum Restwiderstandsverhältnis in einem Nb-Ti Verbundsupraleiter	28
C.3	Ursache für den hohen Variationskoeffizienten im Vergleichstest in Nb ₃ Sn Verbundsupraleitern	29
Literaturhinweise		31
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	32

Bilder

Bild 1	– Zusammenhang zwischen Temperatur und Widerstand	7
Bild 2	– Kurven für die Spannung als Funktion der Temperatur und Definitionen der Spannungen	9
Bild A.1	– Definition der Spannungen	15
Bild A.2	– Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für die Reinkupfermatrix von Nb-Ti Verbundsupraleitern (Vergleich zwischen gemessenen Werten und berechneten Werten)	17
Bild A.3	– Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für runde Kupferdrähte	18
Bild A.4	– Abhängigkeit des normierten Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für runde Kupferdrähte	18
Bild A.5	– Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für rechteckige Kupferdrähte	19
Bild A.6	– Abhängigkeit des normierten Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für rechteckige Kupferdrähte	19
Bild C.1	– Verteilung der gemessenen Restwiderstandsverhältnisse (RRR) von Cu/Nb-Ti Verbundsupraleitern	29

Tabellen

Tabelle A.1	– Minimaler Durchmesser des Messspulenkörpers für runde Drähte	20
Tabelle A.2	– Minimaler Durchmesser des Messspulenkörpers für rechteckige Drähte	20
Tabelle B.1	– Ausgangssignale von zwei nominell identischen Dehnungsmessgeräten	22
Tabelle B.2	– Mittelwerte von zwei Ausgangssignalen	22
Tabelle B.3	– Experimentelle Standardabweichungen von zwei Ausgangssignalen	23
Tabelle B.4	– Standardmessunsicherheiten von zwei Ausgangssignalen	23
Tabelle B.5	– Variationskoeffizienten COV für zwei Ausgangssignale	23
Tabelle C.1	– Messunsicherheit der einzelnen Messgrößen	28
Tabelle C.2	– Erhaltene Werte R_1 , R_2 und r_{RRR} für die drei Nb ₃ Sn-Proben [3]	29

Einleitung

Kupfer, Cu-Ni, Cu/Cu-Ni oder Aluminium wird als Matrixmaterial zur Stabilisierung in Nb-Ti und Nb₃Sn Verbundsupraleitern angewendet und wirkt als elektrischer Shuntwiderstand, wenn die Supraleitung unterbrochen wird. Es trägt außerdem zur Wiederherstellung der Supraleitung bei, indem es die im Supraleiter erzeugte Wärme nach außen an das Kühlmittel ableitet. Der spezifische Widerstand des in einem Verbundsupraleiter eingesetzten Kupfers im Tieftemperaturbereich ist eine wichtige Größe, welche die Stabilität des Supraleiters beeinflusst. Das Restwiderstandsverhältnis ist definiert als das Verhältnis des Widerstands des Supraleiters bei Raumtemperatur zu dem Widerstand unmittelbar oberhalb des Übergangs vom Normalleitenden Zustand zum Supraleitenden Zustand.

In dem hier vorliegenden Teil 4 der Internationalen Normenreihe IEC 61788 „Supraleitfähigkeit“ wird das Messverfahren zur Bestimmung des Restwiderstandsverhältnisses von Nb-Ti und Nb₃Sn Verbundsupraleitern festgelegt. Für die Messung des Widerstands unmittelbar oberhalb des Übergangs von der Normalleitung zur Supraleitung wird das Verfahren mit gemessenen Spannungskurven angewendet. Weitere Verfahren werden in [A.3](#) beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Normenreihe IEC 61788 „Supraleitfähigkeit“ behandelt ein Messverfahren zur Bestimmung des Restwiderstandsverhältnisses (*RRR* (en: *residual resistance ratio*)) von Nb-Ti Verbundsupraleitern mit Cu-, Cu-Ni-, Cu/Cu-Ni- und Al-Matrix und Nb₃Sn Verbundsupraleitern. Dieses Verfahren ist vorgesehen zur Anwendung bei Supraleitern, die eine monolithische Struktur mit rechteckigem oder rundem Querschnitt, ein Restwiderstandsverhältnis kleiner als 350 und eine Querschnittfläche kleiner als 3 mm² haben. Im Fall von Nb₃Sn wurde an den Proben eine Reaktionswärmebehandlung durchgeführt.[^]

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 60050-815, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 815: Superconductivity* (available at: www.electropedia.org)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-815 und die folgenden Begriffe.

3.1

Restwiderstandsverhältnis (en: residual resistance ratio)

RRR

Verhältnis des Widerstands bei Raumtemperatur zu dem Widerstand unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung

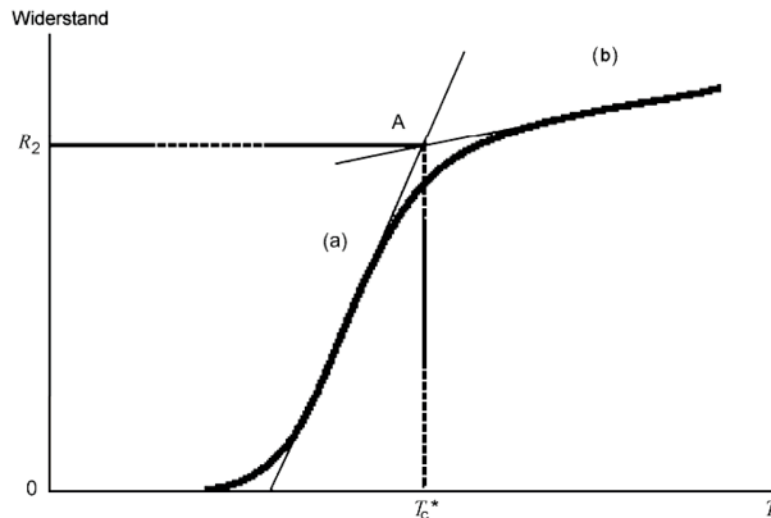
Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Anmerkung besitzt nur für die französische Sprache Gültigkeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: In diesem Teil der IEC 61788 wird für Nb-Ti und Nb₃Sn Verbundsupraleiter die Raumtemperatur mit 293 K (20 °C) definiert und das Restwiderstandsverhältnis des Verbundleiters wird nach der unten stehenden Gleichung (1) bestimmt, wobei der Widerstand (*R*₁) bei 293 K dividiert wird durch den Widerstand (*R*₂) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung.

$$r_{RRR} = \frac{R_1}{R_2} \quad (1)$$

Dabei ist *r*_{RRR} ein Wert für das Restwiderstandsverhältnis. Der Tieftemperaturwiderstand *R*₂ ist ein Wert des Widerstands gemessen in belastungsfreiem Zustand und bei fehlendem externen magnetischen Feld.

Bild 1 zeigt schematisch eine Kurve für den Widerstand als Funktion der Temperatur, aufgenommen an einer Probe während der Messung des Widerstands bei tiefen Temperaturen.



Der Widerstand bei tiefen Temperaturen, R_2 , wird durch den Schnittpunkt A zweier Geraden (a) und (b) bei der Temperatur T_c^* bestimmt.

Bild 1 – Zusammenhang zwischen Temperatur und Widerstand

4 Verfahren

Die Widerstandsmessung muss sowohl bei Raumtemperatur als auch bei tiefen Temperaturen mit der Vierpunkttechnik durchgeführt werden. Alle Messungen werden ohne angelegtes Magnetfeld durchgeführt.

Der Richtwert der relativen kombinierten Standardmessunsicherheit dieses Verfahrens, definiert als erweiterte Messunsicherheit ($k = 2$), darf 5 % nicht überschreiten.

Die maximale Biegedehnung, die bei der Montage und dem Abkühlen der Nb-Ti Probe hervorgerufen wird, darf 2 % nicht übersteigen. Die Messung der Nb₃Sn Proben darf nur in dehnungsfreiem Zustand oder mit zulässigen thermischen Dehnungen durchgeführt werden.

5 Geräte

5.1 Material des Messspulenkörpers oder der Messplatine

Das Material des Messspulenkörpers für eine spulenförmige Nb-Ti Probe oder der Messplatine für eine gerade Nb-Ti oder Nb₃Sn Probe muss Kupfer, Silber oder ein vergleichbares Material sein, dessen Wärmeleitfähigkeit gleich oder größer ist als 100 W/(m · K) bei Flüssigheliumtemperatur (4,2 K). Die Oberfläche des Materials muss mit einer Isolierschicht bedeckt sein (Band oder eine Schicht aus Polyethylen, Therephthalat, Polyester, Polytetrafluorethylen usw.), deren Dicke 0,1 mm oder weniger beträgt.

5.2 Durchmesser des Messspulenkörpers und Länge der Messplatine

Der Durchmesser des Messspulenkörpers muss so groß sein, dass die Biegedehnung der Nb-Ti Probe innerhalb von 2 % gehalten wird. Die Nb₃Sn Probe auf einer Messplatine darf nur in dehnungsfreiem Zustand oder mit zulässigen thermischen Dehnungen gemessen werden.

Die Länge der Messplatine muss in einer Richtung mindestens 30 mm betragen.

5.3 Kryostat für die Messung des Widerstands R_2

In dem Kryostat müssen für die Messung des Widerstands R_2 ein Probenhalter und ein Vorrat an flüssigem Helium vorhanden sein. Die Konstruktion des Probenhalters muss es ermöglichen, die Probe, die auf einem Messspulenkörper oder einer Messplatine montiert ist, in das Flüssigheliumbad abzusenken oder aus ihm herauszuheben. Außerdem muss die Probenhalterkonstruktion so ausgeführt werden, dass ein Strom durch die Probe fließen und der Spannungsabfall längs der Probe gemessen werden kann.

6 Probenvorbereitung

Die zu messende Probe darf keine Verbindungsstellen oder Spleißungen aufweisen und muss 30 mm lang oder länger sein. Die Probe muss mit Stromkontakten in der Nähe der beiden Proben-Enden und mit einem Paar Spannungsabgriffen längs des mittleren Teils der Probe versehen werden. Der Abstand zwischen den Spannungsabgriffen (L) muss 25 mm oder mehr betragen. Das Thermometer zur Messung der tiefen Temperatur muss nahe an der Probe befestigt werden.

Die Probe muss mechanisch auf der isolierten Oberfläche des Messspulenkörpers oder der Messplatine fixiert werden. Besondere Vorsicht ist erforderlich während der messtechnischen Vorbereitung und beim Einsetzen der Probe, damit keine übermäßigen Kräfte auf die Probe ausgeübt werden, die unerwünschte Biege- oder Zugdehnungen verursachen können. Idealerweise soll die Nb₃Sn Probe so gerade wie möglich sein. Da dies nicht immer der Fall ist, muss darauf geachtet werden, dass die Probe wie im angelieferten Zustand gemessen wird.

Die Probe muss für diese Messungen auf einem Messspulenkörper oder einer Messplatine montiert werden. Die Messungen des Widerstands R_1 und die Messung des Widerstands R_2 müssen an ein und derselben Probe und mit derselben Montage durchgeführt werden.

7 Messung und Auswertung

7.1 Widerstand (R_1) bei Raumtemperatur

Die montierte Probe muss bei Raumtemperatur (T_m (K)) gemessen werden, wobei T_m die folgende Bedingung erfüllt: $273 \text{ K} \leq T_m \leq 308 \text{ K}$. Der Strom in der Probe (I_1 (A)) muss so eingestellt werden, dass die Stromdichte, bezogen auf die gesamte Querschnittsfläche des Drahts, im Bereich von $0,1 \text{ A/mm}^2$ bis 1 A/mm^2 liegt, und die resultierende Spannung (U_1 (V)), I_1 und die Temperatur T_m müssen registriert werden. Die Gleichung (2), siehe unten, muss angewendet werden, um den Widerstand (R_m) bei Raumtemperatur zu berechnen. Der Widerstand R_1 bei 293 K (20 °C) muss berechnet werden mit Hilfe der Gleichung (3) für einen Draht mit Cu-Matrix. Für Drähte, die kein Reinkupfer enthalten, muss der Wert von R_1 zum Wert von (R_m) ohne irgendeine Temperaturkorrektur gleichgesetzt werden.

$$R_m = \frac{U_1}{I_1} \quad (2)$$

$$R_1 = \frac{R_m}{\left[1 + 0,00393 \times (T_m - 293)\right]} \quad (3)$$

7.2 Widerstände (R_2 oder R_2^*) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung

7.2.1 Korrektur des Dehnungseffektes

Im gedehnten Zustand der Nb-Ti Probe ist der bei tiefer Temperatur gemessene Widerstand (R_2^*) nicht der exakte Wert von R_2 . Die entsprechende Korrektur des Dehnungseffektes wird in 7.3 beschrieben.