

	Supraleitfähigkeit Teil 4: Messungen des Restwiderstandsverhältnisses – Restwiderstandsverhältnis von Nb-Ti-Verbundsupraleitern (IEC 61788-4:2001) Deutsche Fassung EN 61788-4:2001	DIN EN 61788-4
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0390 Teil 4
ICS 17.220.20; 29.050 Superconductivity Part 4: Residual resistance ratio measurement – Residual resistance ratio of Nb-Ti composite superconductors (IEC 61788-4:2001); German version EN 61788-4:2001 Supraconductivité Partie 4: Mesure de la résistivité résiduelle – Taux de résistivité résiduelle des supraconducteurs composites au Nb-Ti (CEI 61788-4:2001); Version allemande EN 61788-4:2001 Die Europäische Norm EN 61788-4:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61788-4 wurde 2001-09-01 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 184 „Supraleiter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 90/64/CD (VDE 0390 Teil 4):2000-05. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 90 „Superconductivity“ erarbeitet. Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2005 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. Fortsetzung Seite 2 und 20 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Hinweis zur Schreibweise „Nb-Ti“:

Um Missverständnisse zu vermeiden wurde die von IEC eingeführte Schreibweise „Nb-Ti composite superconductors“ (engl.) bzw. „supraconducteurs composites au Nb-Ti“ (franz.) auch im deutschsprachigen Text übernommen. Die deutschen Experten sind allerdings der Meinung, dass dies falsch ist und Nb-Ti durch Cu/Nb-Ti ersetzt werden muss. Ein entsprechender Änderungsantrag wurde inzwischen IEC unterbreitet.

Nationaler Anhang NA
(informativ)
Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-815:2000	IEV Kapitel 815:2001-06	–

Nationaler Anhang NB
(informativ)
Literaturhinweise

IEV Kapitel 815, *Supraleitung*

Supraleitfähigkeit
Teil 4: Messungen des Restwiderstandsverhältnisses –
Restwiderstandsverhältnis von Nb-Ti-Verbundsupraleitern
(IEC 61788-4:2001)

Superconductivity
Part 4: Residual resistance ratio measurement –
Residual resistance ratio of Nb-Ti composite
superconductors
(IEC 61788-4:2001)

Supraconductivité
Partie 4: Mesure de la résistivité résiduelle –
Taux de résistivité résiduelle des
supraconducteurs composites au Nb-Ti
(CEI 61788-4:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-09-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 90/96/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61788-4, ausgearbeitet von dem IEC TC 90 „Superconductivity“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-09-01 als EN 61788-4 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2002-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-09-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm sind Anhang ZA normativ und Anhang A informativ.
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61788-4:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe.....	5
4 Definition	5
5 Anforderungen	6
6 Geräte	6
6.1 Material des Messspulenkörpers oder der Messplatine	6
6.2 Durchmesser des Messspulenkörpers und Länge der Messplatine	6
6.3 Kryostat für die Messung des Widerstands R_2	6
7 Probenvorbereitung.....	6
8 Messungen.....	7
8.1 Widerstand (R_1) bei Raumtemperatur	7
8.2 Widerstand (R_2^*) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung.....	7
8.3 Korrektur des gemessenen Widerstands R_2^* hinsichtlich Biegedehnung.....	9
8.4 Restwiderstandsverhältnis (RRR)	9
9 Genauigkeit und Stabilität des Messverfahrens	9
9.1 Temperatur.....	9
9.2 Spannungsmessung	9
9.3 Strom.....	9
9.4 Abmessungen	9
10 Prüfbericht.....	10
10.1 Probe.....	10
10.2 Bericht über die Werte des Restwiderstandsverhältnisses (RRR)	10
10.3 Bericht über die Messbedingungen	10
Bild 1 – Zusammenhang zwischen Temperatur und Spannung	11
Bild 2 – Kurven für die Spannung als Funktion der Temperatur und Definitionen der Spannungen.....	11
Anhang A (informativ) Zusätzliche Information zur Messung des Restwiderstandsverhältnisses (RRR)	12
Bild A.1 – Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für die Reinkupfermatrix von Nb-Ti-Verbundsupraleitern (Vergleich zwischen gemessenen Werten und berechneten Werten)	16
Bild A.2 – Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für runde Kupferdrähte	16
Bild A.3 – Abhängigkeit des normierten Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für runde Kupferdrähte.....	17
Bild A.4 – Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für rechteckige Kupferdrähte.....	17
Bild A.5 – Abhängigkeit des normierten Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für rechteckige Kupferdrähte.....	18

	Seite
Bild A.6 – Verteilung der gemessenen Restwiderstandsverhältnisse (<i>RRR</i>) von Cu/Nb-Ti- Verbundsupraleitern	18
Bild A.7 – Definition der Spannungen	19
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	20

Einleitung

Kupfer wird als Matrixmaterial zur Stabilisierung in Multifilament-Supraleitern angewandt und wirkt als elektrischer Shuntwiderstand, wenn die Supraleitung zusammenbricht. 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 zur Supraleitung.

In dieser Internationalen Norm wird das Messverfahren zur Bestimmung des Restwiderstandsverhältnisses von Nb-Ti-Verbundsupraleitern beschrieben. Für die Messung des Widerstands unmittelbar oberhalb des Übergangs von der Normalleitung zur Supraleitung wird das Verfahren mit gemessenen Spannungskurven angewandt. Andere Verfahren werden in [A.4](#) beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61788 behandelt ein Messverfahren zur Bestimmung des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) eines Verbundsupraleiters, der aus Nb-Ti-Filamenten und einer Cu-, Cu-Ni- oder Cu/Cu-Ni-Matrix besteht. Dieses Verfahren ist vorgesehen zur Anwendung bei Supraleitern, die einen rechteckigen oder einen runden Querschnitt, ein Restwiderstandsverhältnis kleiner als 350 und eine Querschnittsfläche kleiner als 3 mm^2 haben. Alle Messungen müssen ohne äußeres Magnetfeld durchgeführt werden.

Das im Hauptteil dieser Norm beschriebene Verfahren ist das „Referenz“-Verfahren, die im [Anhang A](#) beschriebenen Messverfahren sind freigestellt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

IEC 60050-815:2000, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 815: Superconductivity*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils von IEC 61788 gelten die in IEC 60050-815 angegebenen Begriffe sowie folgender Begriff:

3.1

Restwiderstandsverhältnis

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

4 Definition

Das Restwiderstandsverhältnis des Verbundleiters muss nach der unten stehenden Gleichung (1) bestimmt werden, wobei der Widerstand (R_1) bei Raumtemperatur (20 °C) dividiert wird durch den Widerstand (R_2) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung.