

	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 17.220.20; 29.050 Ersatz für DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2002-07 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Supraleitfähigkeit – Teil 4: Messungen des Restwiderstandsverhältnisses – Restwiderstandsverhältnis von Nb-Ti-Verbundsupraleitern (IEC 61788-4:2007); Deutsche Fassung EN 61788-4:2007 Superconductivity – Part 4: Residual resistance ratio measurement – Residual resistance ratio of Nb-Ti composite superconductors (IEC 61788-4:2007); German version EN 61788-4:2007 Supraconductivité – Partie 4: Mesure de la résistivité résiduelle – Taux de résistivité résiduelle des supraconducteurs composites au Nb-Ti (CEI 61788-4:2007); Version allemande EN 61788-4:2007 Gesamtumfang 28 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-07-01 angenommene EN 61788-4 gilt als DIN-Norm ab 2008-04-01.

Daneben darf **DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2002-07** noch bis 2010-07-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61788-4 (VDE 0390-4):2005-01.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 184 „Supraleiter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im 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 (maintenance result 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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4):2002-07** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ein neuer Anhang B mit dem Titel „Definitionen zur Statistik“ wurde eingefügt.
- b) Ein neuer Abschnitt A.5 wurde eingefügt, in dem das Vorgehen zur Korrektur des Messwertes (R_2^*) bezüglich der Biegedehnung noch einmal erläutert wird.
- c) Bei den Verfahren zur Messung des Widerstandes (R_2^*) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung (Anhang A, A.2) wurde das adiabatische bzw. quasi-adiabatische Verfahren ausführlicher dargestellt (Punkt 2).
- d) Der Normentext wurde entsprechend den aktuellen IEC-Formatierungsvorgaben für Dokumente aktualisiert.
- e) Der Begriff „Genauigkeit“ wurde durch den Begriff „Unsicherheit“ ersetzt.
- f) In Bild 1 wurde die Beziehung zwischen Temperatur und Spannung durch die Beziehung zwischen Temperatur und Widerstand ersetzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61788-4 (VDE 0390-4): 2002-07

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-815:2000	IEV Teil 815:2001-06	–
ENV 13005	GUM	DIN V ENV 13005:1999-06	–
–	VIM	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN V ENV 13005:1999-06, „GUM“ Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen – Hrsg.: DIN, Deutsches Institut für Normung e.V.. 1. Aufl. Berlin; Wien; Zürich: Beuth, 1996. – Dieses Dokument ist nicht mehr lieferbar. – Den Text des „GUM“ gibt es jetzt stattdessen als Vornorm, DIN V ENV 13005:1999-06

IEV Teil 815:2001-06, Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 815: Supraleitung – Hauptabschnitt 815-01: Eigenschaften von Supraleitern (IEC 60050-815:2000-11)

„VIM“, Internationales Wörterbuch der Metrologie – Hrsg.: DIN, Deutsches Institut für Normung e.V. Berlin; Wien; Zürich: Beuth, 1994. – Original: en: International vocabulary of basic and general terms in metrology

– Leerseite –

Supraleitfähigkeit –
Teil 4: Messungen des Restwiderstandsverhältnisses –
Restwiderstandsverhältnis von Nb-Ti-Verbundsupraleitern
(IEC 61788-4:2007)

Superconductivity –
Part 4: Residual resistance
ratio measurement –
Residual resistance ratio of Nb-Ti
composite superconductors
(IEC 61788-4:2007)

Supraconductivité –
Partie 4: Mesure
de la résistivité résiduelle –
Taux de résistivité résiduelle
des supraconducteurs composites
au Nb-Ti
(CEI 61788-4:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-07-01 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61788-4:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 90/203/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61788-4, ausgearbeitet von dem IEC/TC 90 „Superconductivity“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-07-01 als EN 61788-4 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61788-4:2001.

Die wesentlichen Änderungen sind:

- die Ersetzung des Begriffs „Genauigkeit“ durch den Begriff „Unsicherheit“;
- eine Änderung in Bild 1, wo die Beziehung zwischen Temperatur und Spannung durch die Beziehung zwischen Temperatur und Widerstand ersetzt wurde.

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): 2008-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-07-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61788-4:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Anforderungen	6
5 Geräte	6
5.1 Material des Messspulenkörpers oder der Messplatine	6
5.2 Durchmesser des Messspulenkörpers und Länge der Messplatine	6
5.3 Kryostat für die Messung des Widerstands R_2	6
6 Probenvorbereitung	7
7 Messungen	7
7.1 Widerstand (R_1) bei Raumtemperatur.....	7
7.2 Widerstand (R_2^*) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung	7
7.3 Korrektur des gemessenen Widerstands R_2^* hinsichtlich der Biegedehnung	9
7.4 Restwiderstandsverhältnis (RRR).....	10
8 Messunsicherheit und Stabilität des Messverfahrens	10
8.1 Temperatur	10
8.2 Spannungsmessung	10
8.3 Strom	10
8.4 Abmessungen	10
9 Prüfbericht	10
9.1 RRR -Wert	10
9.2 Probe	11
9.3 Messbedingungen	11
Anhang A (informativ) Zusätzliche Information zur Messung des Restwiderstandsverhältnisses (RRR)	12
Anhang B (informativ) Definitionen zur Statistik	20
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	24
Bild 1 – Zusammenhang zwischen Temperatur und Spannung.....	6
Bild 2 – Kurven für die Spannung als Funktion der Temperatur und Definitionen der Spannungen	8
Bild A.1 – Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für die Reinkupfermatrix von Nb-Ti-Verbundsupraleitern	13
Bild A.2 – Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für runde Kupferdrähte	13
Bild A.3 – Abhängigkeit des normierten Restwiderstandsverhältnisses (RRR) von der Biegedehnung für runde Kupferdrähte	14

Bild A.4 – Abhängigkeit des Restwiderstandsverhältnisses (*RRR*) von der Biegedehnung für
rechteckige Kupferdrähte..... 14

Bild A.5 – Abhängigkeit des normierten Restwiderstandsverhältnisses (*RRR*) von der Biegedehnung
für rechteckige Kupferdrähte 15

Bild A.6 – Verteilung der gemessenen Restwiderstandsverhältnisse (*RRR*) von Cu/Nb-Ti-
Verbundsupraleitern..... 16

Bild A.7 – Definition der Spannungen 17

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 eine monolithische Struktur mit rechteckigem oder runden Querschnitt, ein Restwiderstandsverhältnis kleiner als 350 und eine Querschnittsfläche kleiner als 3 mm² haben. Alle Messungen werden ohne äußeres Magnetfeld durchgeführt.

Das im Hauptteil dieser Norm beschriebene Verfahren ist das „Referenzverfahren“, die in [A.4](#) beschriebenen Messverfahren sind freigestellt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten normativen Dokumente 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 (IEV) – Part 815: Superconductivity*

3 Begriffe

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

Restwiderstandsverhältnis (en: residual resistance ratio)

RRR

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

In dieser Norm für Nb-Ti-Verbundsupraleiter wird Raumtemperatur als 20 °C definiert, und das Restwiderstandsverhältnis des Verbundleiters wird nach der unten stehenden Gleichung (1) bestimmt, wobei der Widerstand (R_1) bei 20 °C dividiert wird durch den Widerstand (R_2) unmittelbar oberhalb des Übergangs zur Supraleitung.

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

[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. In [Bild 1](#) zieht man eine gerade Linie in dem Bereich, in dem der Widerstand steil ansteigt (a), und ebenso eine gerade Linie in dem Bereich, in dem die Temperatur steil ansteigt, aber der Widerstand nahezu konstant bleibt (b). Der Wert des