

	DIN EN IEC 61788-25 (VDE 0390-25)	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
<p>ICS 29.050</p> <p>Supraleitfähigkeit – Teil 25: Messung der mechanischen Eigenschaften – Messung der Zugfestigkeit von REBCO Supraleiterdrähten bei Raumtemperatur (IEC 61788-25:2018); Deutsche Fassung EN IEC 61788-25:2018</p> <p>Superconductivity – Part 25: Mechanical properties measurement – Room temperature tensile test on REBCO wires (IEC 61788-25:2018); German version EN IEC 61788-25:2018</p> <p>Supraconductivité – Partie 25: Mesure des propriétés mécaniques – Essai de traction à température ambiante des fils REBCO (IEC 61788-25:2018); Version allemande EN IEC 61788-25:2018</p> <p>Gesamtumfang 32 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p>		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2018-10-03 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2020-01-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61788-25 (VDE 0390-25):2017-05.

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 IEC/TC 90 „Superconductivity“ erarbeitet.

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

- 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.

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 60050-815:2015	a	–
EN 61788 (alle Teile)	IEC 61788 (alle Teile)	DIN EN 61788 (alle Teile)	VDE 0390 (alle Teile)
EN 61788-6:2011	IEC 61788-6:2011	DIN EN 61788-6 (VDE 0390-6):2012-04	VDE 0390-6
EN 61788-18:2013	IEC 61788-18:2013	DIN EN 61788-18 (VDE 0390-18):2014-07	VDE 0390-18
EN 61788-19:2014	IEC 61788-19:2013	DIN EN 61788-19 (VDE 0390-19):2014-09	VDE 0390-19
EN 61788-21:2015	IEC 61788-21:2015	DIN EN 61788-21 (VDE 0390-21):2016-02	VDE 0390-21
EN ISO 6892-1	ISO 6892-1	DIN EN ISO 6892-1	–
–	ISO 376	–	–
EN ISO 7500-1	ISO 7500-1	DIN EN ISO 7500-1 DIN EN ISO 7500-1 Bbl 1 DIN EN ISO 7500-1 Bbl 2 DIN EN ISO 7500-1 Bbl 3 DIN EN ISO 7500-1 Bbl 4	–
EN ISO 9513	ISO 9513 + Cor. 1	DIN EN ISO 9513	–
–	ISO/IEC Guide 98-3	–	–
a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61788 (VDE 0390-3) (alle Teile), *Supraleitfähigkeit*

DIN EN 61788-6 (VDE 0390-6):2012-04, *Supraleitfähigkeit – Teil 6: Messung der mechanischen Eigenschaften – Messung der Zugfestigkeit von Cu/Nb-Ti-Verbundsupraleitern bei Raumtemperatur (IEC 61788-6:2011); Deutsche Fassung EN 61788-6:2011*

DIN EN 61788-18 (VDE 0390-18):2014-07, *Supraleitfähigkeit – Teil 18: Messung der mechanischen Eigenschaften – Zugversuch von Ag und/oder Ag-Legierung ummantelten Bi-2223 und Bi-2212 Verbundsupraleitern bei Raumtemperatur (IEC 61788-18:2013); Deutsche Fassung EN 61788-18:2013*

DIN EN 61788-19 (VDE 0390-19):2014-09, *Supraleitfähigkeit – Teil 19: Messung der mechanischen Eigenschaften – Zugversuch von reagierten Nb₃Sn-Verbundsupraleitern bei Raumtemperatur (IEC 61788-19:2013); Deutsche Fassung EN 61788-19:2014*

DIN EN 61788-21 (VDE 0390-21):2016-02, *Supraleitfähigkeit – Teil 21: Supraleiterdrähte – Prüfverfahren für technische Supraleiterdrähte – Allgemeine Eigenschaften und Anleitung (IEC 61788-21:2015); Deutsche Fassung EN 61788-21:2015*

DIN EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe – Zugversuch – Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

DIN EN ISO 7500-1, *Metallische Werkstoffe – Kalibrierung und Überprüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Kalibrierung und Überprüfung der Kraftmeseinrichtung*

DIN EN ISO 7500-1 Beiblatt 1, *Metallische Werkstoffe – Prüfung von Prüfmaschinen für statische einachsige Beanspruchung – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Prüfung und Kalibrierung der Kraftmeseinrichtung; Allgemeines zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von Zug-, Druck- und Biegeprüfmaschinen*

DIN EN ISO 7500-1 Beiblatt 2, *Metallische Werkstoffe – Prüfung von Prüfmaschinen für statische einachsige Beanspruchung – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Prüfung und Kalibrierung der Kraftmeseinrichtung; Allgemeines zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von Federprüfmaschinen*

DIN EN ISO 7500-1 Beiblatt 3, *Metallische Werkstoffe – Prüfung von Prüfmaschinen für statische einachsige Beanspruchung – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Prüfung und Kalibrierung der Kraftmeseinrichtung; Allgemeines zu Anforderungen und zur Prüfung und Kalibrierung von Schwingprüfmaschinen*

DIN EN ISO 7500-1 Beiblatt 4, *Metallische Werkstoffe – Prüfung von statischen einachsigen Prüfmaschinen – Teil 1: Zug- und Druckprüfmaschinen – Prüfung und Kalibrierung der Kraftmeseinrichtung; Beiblatt 4: Informationen zur Berücksichtigung der Messunsicherheit bei der Klassifizierung von Werkstoffprüfmaschinen*

DIN EN ISO 9513, *Metallische Werkstoffe – Kalibrierung von Längenänderungs-Messeinrichtungen für die Prüfung mit einachsiger Beanspruchung*

Supraleitfähigkeit –
Teil 25: Messung der mechanischen Eigenschaften –
Messung der Zugfestigkeit von REBCO Supraleiterdrähten bei
Raumtemperatur
(IEC 61788-25:2018)

Superconductivity –
Part 25: Mechanical properties measurement –
Room temperature tensile test on REBCO wires
(IEC 61788-25:2018)

Supraconductivité –
Partie 25: Mesure des propriétés mécaniques –
Essai de traction à température ambiante des
fils REBCO
(IEC 61788-25:2018)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2018-10-03 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, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN IEC 61788-25:2018 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 90/404/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61788-25, erarbeitet vom IEC/TC 90 „Superconductivity“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 61788-25:2018 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): 2019-07-03
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2021-10-03

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61788-25:2018 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61788-6:2011	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61788-6:2011 (nicht modifiziert).
IEC 61788-18:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61788-18:2013 (nicht modifiziert).
IEC 61788-19:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61788-19:2014 (nicht modifiziert).
IEC 61788-21:2015	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61788-21:2015 (nicht modifiziert).
ISO 6892-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 6892-1.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
ISO 376	–	Metallic materials – Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines	–	–
ISO 7500-1	–	Metallic materials – Calibration and verification of static uniaxial testing machines – Part 1: Tension/compression testing machines – Calibration and verification of the force-measuring system	EN ISO 7500-1	–
ISO 9513	–	Metallic materials – Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing	EN ISO 9513	–

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	2
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	3
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung.....	10
5 Ausrüstung	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Prüfgerät	10
5.3 Dehnungsmessgerät	10
6 Vorbereitung der Probe	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Länge des Prüflings.....	10
6.3 Bestimmung der Querschnittsfläche (S_0).....	11
7 Prüfbedingungen	11
7.1 Einspannen des Prüfkörpers	11
7.2 Einstellung des Dehnungsmessgeräts	11
7.3 Prüfungsgeschwindigkeit.....	11
7.4 Prüfung	11
8 Berechnung der Ergebnisse	12
8.1 Elastizitätsmodul (E)	12
8.2 0,2 %-Dehngrenze ($R_{p0,2-0}$ und $R_{p0,2-U}$).....	12
9 Messunsicherheit.....	13
10 Prüfbericht	13
10.1 Prüfkörper	13
10.2 Ergebnisse.....	13
Anhang A (informativ) Zusätzliche Informationen zu den Abschnitten 1 bis 10	14
A.1 Allgemeines	14
A.2 Dehnungsmessgerät	14
A.2.1 Doppeltes Dehnungsmessgerät	14
A.2.2 Einfaches Dehnungsmessgerät	16
A.3 Elastische Dehngrenze.....	17
A.4 Spannkraft	17
A.5 Bruchdehnung in Prozent (A_f)	17
A.6 Dehnungszustand bis Bruch	17

A.7	Relative Standardunsicherheit (RSU)	17
A.8	Ermessensfreiheit bei der Anwendung dieses Dokuments	19
A.9	Zuverlässigkeitsbewertung der Prüfgeräte	19
A.10	Zusätzliche Informationen für den Prüfbericht	20
A.10.1	Allgemeines	20
A.10.2	Prüfergebnisse	20
A.10.3	Prüfbedingungen	20
Anhang B (informativ)	Bewertung der kombinierten Standardunsicherheit für das Elastizitätsmodul	21
B.1	Modellgleichung	21
B.2	Schätzung der Standardunsicherheit	22
B.2.1	Vorbedingung	22
B.2.2	Messung der Spannung	22
B.2.3	Messung der Größe	23
B.2.4	Messung der Dehnung	24
B.2.5	Unsicherheiten bei der Messung der Messlänge	24
B.3	Maßgeblicher Versuchsfaktor	26
B.3.1	Anfängliche Dehnungsgeschwindigkeit [Osamura et al., 2014]	26
B.3.2	Messung der Dicke [Osamura et al., 2014]	26
Literaturhinweise		28

Bilder

Bild 1 – Typische Spannungs-Dehnungs-Kurve sowie Definition der Elastizitätsmodule und der 0,2 %-Dehngrenzen	9
Bild A.1 – Dehnungsmessgerät geringer Masse in Zwillings-Ausführung	14
Bild A.2 – Doppeltes Dehnungsmessgerät geringer Masse	15
Bild A.3 – Beispiel eines Dehnungsmessgeräts mit Ausgleichsgewicht und vertikaler Prüfkörperachse	16
Bild B.1 – Abhängigkeit der Dehnungsgeschwindigkeit von der relativen Standardunsicherheit nach Gleichung (B.6)	26
Bild B.2 – Relative Standardunsicherheit für die Messung der Dicke in Abhängigkeit von der Banddicke	27

Tabellen

Tabelle A.1 – Relative Standardunsicherheit (X_{RSU}) und Variationskoeffizient ($X_{<COV>}$) für die Versuchsdaten von E_0 und E_U	18
Tabelle A.2 – Relative Standardunsicherheit und Variationskoeffizient für die Versuchsdaten von $R_{p0,2-0}$ und $R_{p0,2-U}$	19
Tabelle A.3 – $X_{<COV>}$ -Wert für die Daten des Elastizitätsmoduls und der 0,2 %-Dehngrenze bei Prüfung nach diesem Dokument	19
Tabelle B.1 – Unsicherheiten bei den Versuchsvariablen in Gleichung (B.6)	25
Tabelle B.2 – Zusammenfassung der Bewertung der Standardunsicherheit, wenn eine anfängliche Dehnungsgeschwindigkeit von 3×10^{-4} /s und eine Dicke von 0,1 mm verwendet wurden	25

Einleitung

Derzeit sind mehrere Typen von Multifilament-Verbundsupraleitern kommerziell erhältlich. Der Seltenerd-basierte oxidische Supraleiter (SL) mit der chemischen Formel $\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ wird als technischer Supraleiterdraht eingesetzt, wobei das in diesen Drähten üblicherweise verwendete Seltenerdelement (RE) in der Regel Y, Dy, Gd, Nd, Ho oder Sm oder eine Kombination zweier oder mehrerer dieser Typen ist. Dieser Typ technischer SL-Drähte wird gewöhnlich als REBCO-beschichteter Leiter bezeichnet. Eine typische Architektur besteht aus einem Substrat einer Ni-Cr-Mo-, Ni-W- oder Edelstrahl-Legierung, einer Pufferschicht aus mehreren Oxiden, einer SL-Schicht und einer Ag-Schutzebene. Das Substrat und die Pufferschicht agieren als Vorlage, um die gut ausgerichtete SL-Schicht zu unterstützen. Damit sie der starken elektromagnetischen Kraft standhalten, werden die Drähte oftmals äußerlich durch Kaschierung der dünnen Edelstahl- oder Cu-Legierungsfolien verstärkt. Handelsübliche Multifilament-Supraleiter haben eine hohe Stromdichte und eine kleine Querschnittsfläche. Multifilament-Supraleiter werden hauptsächlich im Bau von elektrischen Antriebseinrichtungen und supraleitenden Magneten eingesetzt. Bei der Herstellung und bei der Inbetriebnahme von Geräten wirken komplexe Spannungen und Dehnungen auf die Multifilament-Verbundsupraleiterdrähte. Bei supraleitenden Magneten erfahren die Wicklungen aufgrund der Kombination aus starken magnetischen Feldern und hoher Stromdichte starke elektromagnetische Kräfte. Aus diesem Grund ist die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von technischen REBCO-Supraleiterdrähten unverzichtbar.