

DIN EN 60404-6



ICS 17.220.20; 29.030

Magnetische Werkstoffe –**Teil 6: Verfahren zur Messung der magnetischen Eigenschaften
weichmagnetischer und pulverförmiger Werkstoffe bei Frequenzen im
Bereich 20 Hz bis 200 kHz mit Hilfe von Ringproben (IEC 60404-6:2003);
Deutsche Fassung EN 60404-6:2003**

Magnetic materials –

Part 6: Methods of measurement of the magnetic properties of magnetically soft metallic and powder materials at frequencies in the range of 20 Hz to 200 kHz by the use of ring specimens (IEC 60404-6:2003);

German version EN 60404-6:2003

Matériaux magnétiques –

Partie 6: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des matériaux métalliques et des matériaux en poudre, magnétiquement doux aux fréquences comprises entre 20 Hz et 200 kHz, sur des éprouvettes en forme de tore (CEI 60404-6:2003);

Version allemande EN 60404-6:2003

Gesamtumfang 24 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2003-09-01 angenommene EN 60404-6 gilt als DIN-Norm ab 2004-10-01.

Nationales Vorwort

Zu diesem Dokument wurde ein Kurzverfahren in den DIN-Mitteilungen veröffentlicht.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 171 „Magnetische Legierungen und Stahl“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 68 „Magnetic alloys and steels“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2007 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

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 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.

Magnetische Werkstoffe
Teil 6: Verfahren zur Messung der magnetischen Eigenschaften
weichmagnetischer und pulverförmiger Werkstoffe bei Frequenzen im Bereich
20 Hz bis 200 kHz mit Hilfe von Ringproben
(IEC 60404-6:2003)

Magnetic materials – Part 6: Methods of measurement of the magnetic properties of magnetically soft metallic and powder materials at frequencies in the range of 20 Hz to 200 kHz by the use of ring specimens
(IEC 60404-6:2003)

Matériaux magnétiques – Partie 6: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des matériaux métalliques et des matériaux en poudre, magnétiquement doux aux fréquences comprises entre 20 Hz et 200 kHz, sur des éprouvettes en forme de tore
(CEI 60404-6:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-09-01 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, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn 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 der Schriftstücke 68/271/FDIS und 68/275/RVD, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60404-6, ausgearbeitet von dem IEC TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde der IEC-CENELEC parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-09-01 als EN 60404-6 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): 2004-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-09-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-6:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 62044 ANMERKUNG Harmonisiert in der Reihe EN 62044 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Allgemeine Grundzüge der Messung	5
4 Temperaturmessungen	6
5 Messung der Permeabilitätszahl und der Magnetisierungskurve nach dem Verfahren der Spannungs-Stromstärke-Messung	7
6 Messung des spezifischen Gesamtverlusts nach dem Leistungsmessgerät-Verfahren.....	10
7 Messung der magnetischen Eigenschaften im Wechselfeld mit Hilfe digitaler Impedanzbrücken	11
8 Messung der magnetischen Eigenschaften mit Hilfe digitaler Verfahren.....	13
9 Unsicherheiten	16
10 Prüfbericht	16
Anhang A (informativ) Anforderungen an Wicklungen und Messgeräte zur Minimierung zusätzlicher Verluste.....	19
A.1 Einführung	19
A.2 Verminderung der zusätzlichen Verluste.....	19
Anhang B (informativ) Regelung der sinusförmigen Schwingungsform nach digitalem Verfahren.....	20
Literaturhinweise.....	21
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	22
 Bild 1 – Schaltung bei dem Ringprobenverfahren	 16
Bild 2 – Grundzüge des Leistungsmessgerät-Verfahrens	17
Bild 3 – Schaltung beim digitalen Impedanzbrücken-Verfahren.....	17
Bild 4 – Schaltung beim digitalen Verfahren.....	18

Einleitung

Diese Ausgabe der Norm IEC 60404-6 wurde unter dem „Maintenance programme of publication“ des TC 68 von der WG 2 erarbeitet. Die Messungen im Gleichfeld in der ersten Ausgabe dieser Norm werden jetzt von IEC 60404-4 und deren Änderung A1 abgedeckt. Diese Ausgabe der Norm IEC 60404-6 schließt Messungen im Wechselfeld an weichmagnetischen Pulverwerkstoffen ein. Da Messungen an diesen Werkstoffen bei hohen Frequenzen Gebrauch machen von einigen der Verfahren, die auch für Messungen an magnetischen Komponenten benutzt werden, hat eine aktive Zusammenarbeit mit IEC TC 51 stattgefunden. IEC TC 51 hat kürzlich begonnen, die Normenreihe IEC 62044 zu veröffentlichen. Dieses Normungsprojekt wird aus vier Teilen bestehen. IEC 62044-3 gibt für verschiedene Ferritkern-Anwendungen geeignete Messverfahren für die magnetischen Eigenschaften bei hohen Erregungsniveaus an. Andererseits erfüllt diese Ausgabe von IEC 60404-6 die Forderung nach Messungen an Nicht-Ferrit-Werkstoffen, so dass die beiden Normen sich gut ergänzen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Normenreihe IEC 60404 beschreibt Verfahren zur Messung der magnetischen Wechselfeld-Eigenschaften im Wechselfeld von Werkstoffen außer Elektroblech und Weichferriten bei Frequenzen im Bereich 20 Hz bis 200 kHz. Die von diesem Teil der Reihe IEC 60404 abgedeckten Werkstoffe schließen jene speziellen Legierungen ein, die in IEC 60404-8-6 aufgelistet sind, amorphe und nanokristalline Werkstoffe, gepresste und gesinterte sowie metallische Spritzgussteile, wie solche, die in IEC 60404-8-9 aufgeführt sind, Gussteile und weichmagnetische, zusammengesetzte Werkstoffe.

Das Anliegen dieser Norm ist es, die allgemeinen Grundzüge und die technischen Details der Messung der magnetischen Eigenschaften weichmagnetischer Werkstoffe mit Hilfe des Ringprobenverfahrens festzulegen. Bei Werkstoffen in Pulverform wird der Werkstoff nach einem für diesen geeigneten Pressverfahren in die Form einer Ringprobe gebracht.

Magnetische Messungen im Gleichfeld an weichmagnetischen Werkstoffen müssen in Übereinstimmung mit dem Ringprobenverfahren nach IEC 60404-4 ausgeführt werden. Die Bestimmung der magnetischen Kennzahlen weichmagnetischer Komponenten muss in Übereinstimmung mit IEC 62044-3 vorgenommen werden.

Normalerweise müssen die Messungen bei Zimmertemperatur von $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ an Ringproben durchgeführt werden, die vorher zuerst aufmagnetisiert und dann abmagnetisiert wurden. Über andere Temperaturbereiche können Messungen gemäß zwischen Hersteller und Käufer getroffenen Vereinbarungen vorgenommen werden.

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 62044-3:2000, *Cores made of soft magnetic materials – Measuring methods – Part 3: Magnetic properties at high excitation levels*.

IEC 60404-2:1996, *Magnetic materials – Part 2: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel sheet and strip by means of an Epstein frame*.

IEC 60404-4:1995, *Magnetic materials – Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of iron and steel, Amendment 1:2000*.

IEC 60404-8-6:1999, *Magnetic materials – Part 8-6: Specifications for individual materials – Soft magnetic metallic materials*.

IEC 60404-8-9:1994, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 9: Standard specification for sintered soft magnetic materials*.

ISO/IEC Guide to the expression of uncertainty in measurement, 1993.

3 Allgemeine Grundzüge der Messung

Die Messungen werden an einem geschlossenen magnetischen Kreis in der Form einer Ringprobe, die mit einer oder zwei Wicklungen bewickelt ist, ausgeführt.

3.1 Probe

Die Probe muss die Form eines Ringes mit rechteckigem Querschnitt haben, der auf folgende Weise hergestellt sein kann:

- a) durch Wickeln von dünnen Streifen oder Draht zu einem Toroid-Kern nach Art einer Uhrfeder oder
- b) durch Aufschichtung von gestanzten, Laser-geschnittenen oder fotochemisch geätzten Ringen oder
- c) durch Pressen und Sintern von Pulvern, durch Spritzguss oder durch Gießen.

Im Fall von Pulverwerkstoffen wird die Ringprobe durch Spritzguss oder durch Pressen (gegebenenfalls unter Erhitzung) in Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Werkstoffherstellers zum Erreichen der optimalen magnetischen Eigenschaften des Pulverwerkstoffes hergestellt.

Bei allen Typarten der Probe sollten vor der Wärmebehandlung Grate und scharfe Kanten entfernt werden. Im Falle von hochpermeablem Werkstoff ist es vorzuziehen, die Ringprobe in eine zweiteilige, ringförmige Dose einzuschließen, in die die Probe eng hineinpasst, ohne dass mechanische Spannungen in den Werkstoff eingeführt werden.

Der Ring muss so bemessen sein, dass das Verhältnis des äußeren zum inneren Durchmesser nicht größer als 1,4 und vorzugsweise kleiner als 1,25 ist.

Bei festen Werkstoffen und gepressten Pulverwerkstoffen müssen die Abmaße der Proben, d. h. der äußere und der innere Durchmesser und die Höhe des Rings, mit geeigneten kalibrierten Messgeräten gemessen werden. Die Abmaße müssen jeweils an mehreren Stellen der Probe gemessen und dann gemittelt werden. Die Querschnittsfläche der Probe muss errechnet werden gemäß:

$$A = \frac{D-d}{2} h \quad (1)$$

Dabei ist:

- A die Querschnittsfläche der Probe in Quadratmeter;
- D der äußere Durchmesser der Probe in Meter;
- d der innere Durchmesser der Probe in Meter;
- h die Höhe der Probe in Meter.

Bei Kernen aus einem geschichteten Stapel oder aus gewickelten Streifen muss die Querschnittsfläche der Probe aus der Masse, der Dichte und den Werten des inneren und äußeren Durchmessers des Rings berechnet werden. Die Masse und die Durchmesser müssen mit geeigneten kalibrierten Messgeräten gemessen werden. Als Dichte ist der vom Hersteller des Werkstoffs angegebene konventionelle Wert der Dichte zu verwenden. Die Querschnittsfläche muss berechnet werden nach:

$$A = \frac{2 m}{\rho \pi (D + d)} \quad (2)$$

Dabei ist:

- m die Masse der Probe in Kilogramm;
- ρ die Dichte des Werkstoffs in Kilogramm je Kubikmeter.

Für die Berechnung der magnetischen Feldstärke ist es notwendig, die mittlere magnetische Weglänge der Probe zu bestimmen gemäß:

$$\ell_m = \pi \frac{D+d}{2} \quad (3)$$

Dabei ist ℓ_m die mittlere magnetische Weglänge der Probe in Meter.

Wenn der spezifische Gesamtverlust zu bestimmen ist, dann muss die Masse der Probe gemessen werden.

3.2 Wicklungen

Die Anzahl der Wicklungen und die Anzahl der Windungen hängen von der benutzten Messeinrichtung und dem angewandten Messverfahren ab. Für Verlustmessungen sind normalerweise eine Magnetisier- und eine Sekundärwicklung erforderlich. In diesem Fall muss die Sekundärwicklung so nah wie möglich an der Probe liegen, um die Wirkung des von der Wicklung eingeschlossenen Luftflusses zu minimieren. Sämtliche Wicklungen müssen gleichförmig über die gesamte Länge der Probe gewickelt sein.

Bei Messungen bei Frequenzen oberhalb von technischen Frequenzen muss dafür gesorgt werden, dass Komplikationen auf Grund von Kapazität und anderen Effekten vermieden werden. Diese werden im Anhang A vorgestellt und diskutiert.

Es muss dafür Sorge getragen werden, dass die Drahtisolierung beim Wickeln nicht beschädigt wird, was einen Kurzschluss zur Probe hin verursachen würde. Mit einem geeigneten Wechselstrom-Isolations-Widerstandsmessgerät muss geprüft und sichergestellt werden, dass kein direkter Kontakt zwischen der Wicklung und der Probe besteht.

4 Temperaturmessungen

Wenn die Kenntnis der Temperatur der Probenoberfläche gefordert ist, dann muss die Temperatur durch Anbringen eines kalibrierten unmagnetischen Thermoelements (z. B. eines Thermoelements von Typ T) an die Probe gemessen werden. Wenn die Probe gekapselt ist, dann muss ein kleines Loch in die Kapsel gebohrt werden, und das Thermoelement in Kontakt mit dem Kernwerkstoff angebracht werden, wobei darauf zu achten ist, dass der Probenwerkstoff unversehrt bleibt. Wenn dieses nicht möglich ist, muss das Thermoelement an der Kapsel angebracht und dieses Vorgehen im Prüfbericht erwähnt werden. Das Thermoelement muss mit einem geeigneten kalibrierten Digitalvoltmeter verbunden werden zur Messung seiner Ausgangsspannung, der mit Hilfe der Kalibriertabelle des Thermoelements der entsprechende Temperaturwert zugeordnet werden kann.

Wenn sich herausstellt, dass sich die Probentemperatur nach dem Magnetisieren zeitlich ändert, dann müssen die magnetischen Eigenschaften entweder wenn eine vereinbarte Temperatur erreicht ist oder nach einer zwischen Käufer und Hersteller vereinbarten Zeit gemessen werden. Wenn Messungen bei höheren Temperaturen gemacht werden sollen, dann können diese durchgeführt werden, indem die Probe zur Einstellung der geforderten Temperatur in einen geeigneten Ofen eingesetzt wird.

ANMERKUNG Ein zweiter kleinerer zeitabhängiger Relaxationseffekt kann ebenfalls die magnetischen Eigenschaften beeinflussen. Für die Werkstoffarten dieser Norm ist dieser Effekt normalerweise überdeckt von Änderungen durch Temperaturänderungen. Wenn jedoch solche magnetischen Relaxationseffekte in Erscheinung treten, dann soll man die Probe bei der vorgeschriebenen magnetischen Flussdichte oder magnetischen Feldstärke verharren lassen für eine vereinbarte Zeitdauer, bevor die endgültigen Messungen ausgeführt werden.