

DIN EN 60404-4

ICS 29.030

Ersatz für
DIN EN 60404-4:2002-10
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Magnetische Werkstoffe –
Teil 4: Verfahren zur Messung der magnetischen Eigenschaften von
weichmagnetischen Werkstoffen im Gleichfeld
(IEC 60404-4:1995 + A1:2000 + A2:2008);
Deutsche Fassung EN 60404-4:1997 + A1:2002 + A2:2008**

Magnetic materials –

Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of magnetically soft materials
(IEC 60404-4:1995 + A1:2000 + A2:2008);
German version EN 60404-4:1997 + A1:2002 + A2:2008

Matériaux magnétiques –

Partie 4: Méthodes de mesure en courant continu des propriétés magnétiques des
matériaux magnétiquement doux (CEI 60404-4:1995 + A1:2000 + A2:2008);
Version allemande EN 60404-4:1997 + A1:2002 + A2:2008

Gesamtumfang 33 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 1996-12-09 angenommene EN 60404-4 gilt zusammen mit der am 2001-12-01 angenommenen Änderung A1 und der am 2008-11-01 angenommenen Änderung A2 als DIN-Norm ab 2009-08-01.

Daneben darf DIN EN 60404-4:2002-10 noch bis 2011-11-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60404-4/A2:2007-05.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 171 „Magnetische Legierungen und Stahl“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) 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 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.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, 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.

Änderung A2 wurde eingefügt, gekennzeichnet durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60404-4:2002-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Beschreibung der Probe wurde überarbeitet und präzisiert;
- b) Bezüge und Verweisungen im Text wurden aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60404-4: 1998-11, 2002-10

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
EN 10330:2003	IEC 60404-7:1982	DIN IEC 60404-7:1985-02 ¹⁾	—
EN 10165:1995 ²⁾	IEC 60404-8-2:1985	DIN EN 10165:1996-02 ³⁾	—
EN 10126:1995 ⁴⁾	IEC 60404-8-3:1985	DIN EN 10126:1996-02 ⁵⁾	—
EN 10106:1995 ⁶⁾	IEC 60404-8-4:1986	DIN EN 10106:1996-02 ⁷⁾	—
—	IEC 60404-8-6:1986 ⁸⁾	—	—
EN 10107:1995-12 ⁹⁾	IEC 60404-8-7:1988	DIN EN 10107:1996-02 ¹⁰⁾	—
EN 10303:2001-03	IEC 60404-8-8:1991	DIN EN 10303:2001-07	—

¹⁾ Zurückgezogen 2003-09. Ersetzt durch DIN EN 10330:2003-09.

²⁾ In EN sachlicher Inhalt der IEC übernommen.

³⁾ Zurückgezogen 2006-08. Ersetzt durch DIN EN 10341:2006-08.

⁴⁾ In EN sachlicher Inhalt der IEC übernommen.

⁵⁾ Zurückgezogen 2006-08. Ersetzt durch DIN EN 10341:2006-08.

⁶⁾ In EN sachlicher Inhalt der IEC übernommen.

⁷⁾ Zurückgezogen 2007-08. Ersetzt durch DIN EN 10106:2007-11.

⁸⁾ Ersetzt durch IEC 60404-8-6:1999 (Ed. 2.0).

⁹⁾ In EN sachlicher Inhalt der IEC übernommen.

¹⁰⁾ Zurückgezogen 2005-10. Ersetzt durch DIN EN 10107:2005-10.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 10106, *Kaltgewalztes nichtkornorientiertes Elektroblech und -band im schlussgeglühten Zustand*

DIN EN 10107, *Kornorientiertes Elektroblech und -band im schlussgeglühten Zustand*

DIN EN 10126, *Kaltgewalztes Elektroblech und -band aus unlegierten Stählen im nicht schlussgeglühten*

DIN EN 10165, *Kaltgewalztes Elektroblech und -band aus legierten Stählen im nicht schlussgeglühten*

DIN EN 10303, *Dünnes Elektroblech und -band aus Stahl zur Verwendung bei mittleren Frequenzen*

DIN IEC 60404-7, *Magnetische Materialien – Verfahren zur Messung der Koerzitivfeldstärke von magnetischen Werkstoffen in einem offenen Magnetkreis*

**Magnetische Werkstoffe –
Teil 4: Verfahren zur Messung der magnetischen Eigenschaften von
weichmagnetischen Werkstoffen im Gleichfeld**
(IEC 60404-4:1995 + A1:2000 + A2:2008)

Magnetic materials –
Part 4: Methods of measurement of d.c.
magnetic properties of magnetically soft
materials
(IEC 60404-4:1995 + A1:2000 + A2:2008)

Matériaux magnétiques –
Partie 4: Méthodes de mesure en courant
continu des propriétés magnétiques des
matériaux magnétiquement doux
(CEI 60404-4:1995 + A1:2000 + A2:2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1996-12-09, die A1 am 2001-12-01 und die A2 am 2008-11-01 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

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60404-4:1997 + A1:2002 + A2:2008 D

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-4:1995, ausgearbeitet von dem IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1996-12-09 ohne irgendeine Abänderung als EN 60404-4 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): 1997-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1997-12-01

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

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

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

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-4:1995 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort zu A1

Der Text der Änderung 1:2000 zur Internationalen Norm IEC 60404 4:1995, ausgearbeitet von dem IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2001-12-01 ohne irgendeine Abänderung als Änderung A1 zu EN 60404-4:1997 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2002-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-12-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2000 zur Internationalen Norm IEC 60404-4:1995 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Vorwort zu A2

Der Text des Schriftstücks 68/363/CDV, zukünftige Änderung 2 zu IEC 60404-4:1995, ausgearbeitet von dem IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2008-11-01 als Änderung A2 zu EN 60404-4:1997 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2009-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-11-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 2:2008 zur Internationalen Norm IEC 60404-4:1995 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A1	2
Vorwort zu A2	3
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Bestimmung der magnetischen Kennwerte mit Hilfe des Ringverfahrens	5
3.1 Zweck	5
3.2 Allgemeines	5
3.3 Auswirkung der Temperatur auf die Messungen	6
3.4 Probe	6
3.5 Wicklungen	7
3.6 Messverfahren beim Ringverfahren	7
3.7 Messunsicherheit beim Ringverfahren	11
4 Bestimmung der magnetischen Kenngrößen mit Hilfe des Permeameterverfahrens	12
4.1 Zweck	12
4.2 Grundzüge des Permeameters	12
4.3 Probe	12
4.4 Messverfahren beim Permeameterverfahren	13
4.5 Messunsicherheit beim Permeameterverfahren	17
5 Prüfbericht	17
Anhang A (normativ) Kalibrierung der Messspulen	23
Anhang B (informativ) Verfahren der Kalibrierung des Flussintegrators	25
Anhang C (informativ) Anforderungen an das kompensierte J-Spulensystem	28
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	29
Bild 1 – Schaltkreis zur Bestimmung der magnetischen Kennwerte mit Hilfe des Ringverfahrens	18
Bild 2 – Hystereseschleife	18
Bild 3 – Typischer Aufbau eines Permeameters vom Typ A	19
Bild 4 – Typischer Aufbau eines Permeameters vom Typ B	20
Bild 5 – Aufbau von Messspulen	22
Bild 6 – Schaltkreis zur Bestimmung der normalen Magnetisierungskurve und der Hystereseschleife mit stabförmigen Probekörpern unter Verwendung des Doppel-Joch- Permeameters	22
Bild A.1 – Schaltkreis zur Kalibrierung der Messspule	24
Bild B.1 – Schaltkreis zur Kalibrierung des Flussintegrators mit Hilfe des Verfahrens der Entladung eines Kondensators	27
Tabelle 1 – Schaltungsreihenfolge zur Erhaltung des stationär-zyklischen Zustandes der Probe	11

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60404 legt die Verfahren zur Messung der magnetischen Gleichfeld-Eigenschaften von weichmagnetischen Werkstoffen im geschlossenen magnetischen Kreis mit Hilfe des Ring- oder Permeameterverfahrens fest. Das Ringverfahren ist sowohl zur Anwendung mit laminierten oder festen Ringproben geeignet als auch mit Proben, die durch Sintern oder Gießen hergestellt wurden.

Zwei Verfahren sind gebräuchlich:

- a) das Ringverfahren, das insbesondere für magnetische Feldstärken bis zu 10 kA/m benutzt wird;
- b) das Permeameterverfahren für magnetische Feldstärken im Bereich 1 kA/m bis 200 kA/m.

ANMERKUNG Die Messung der Koerzitivfeldstärke im offenen magnetischen Kreis ist in IEC 60404-7 festgelegt.^{N1)}

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten 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 60404-7:1982, *Magnetic materials – Part 7: Method of measurement of the coercivity of magnetic materials in an open magnetic circuit*

IEC 60404-8-2:1985, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 2: Specification for cold-rolled magnetic alloyed steel strip delivered in the semi-processed state*

IEC 60404-8-3:1985, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 3: Specification for cold-rolled magnetic non-alloyed steel strip delivered in the semiprocessed state*

IEC 60404-8-4:1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 4: Specification for cold-rolled non-oriented magnetic steel sheet and strip*

IEC 60404-8-6:1986, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 6: Soft magnetic metallic materials; Amendment 1:1992*

IEC 60404-8-7:1988, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 7: Specification for grainoriented magnetic steel sheet and strip; Amendment 1:1991*

IEC 60404-8-8:1991, *Magnetic materials – Part 8: Specifications for individual materials – Section 8: Specification for thin magnetic steel strip for use at medium frequencies*

3 Bestimmung der magnetischen Kennwerte mit Hilfe des Ringverfahrens

3.1 Zweck

Dieser Hauptabschnitt beschreibt das Ringverfahren zur Bestimmung der Kommutierungskurve und der Hystereseschleife.

3.2 Allgemeines

Dieses Verfahren wird besonders bei magnetischen Feldstärken bis zu 10 kA/m benutzt. Wenn jedoch ein Erwärmen der Probe vermieden wird, kann dieses Verfahren bei höheren magnetischen Feldstärken angewandt werden.

^{N1)} Nationale Fußnote: Hinweis: Die Messung der magnetischen Gleichfeld-Eigenschaften von Elektrobahn im Epsteinrahmen ist in IEC 60404-2 festgelegt.

3.3 Auswirkung der Temperatur auf die Messungen

Unnötige Erwärmung der Probe muss vermieden werden. Die Messungen sollen bei einer Umgebungstemperatur von $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ durchgeführt werden. Die Temperatur des Probekörpers darf 50°C nicht überschreiten, was mit Hilfe eines Temperaturfühlers überprüft werden muss.

Bei Werkstoffen mit besonders hoher Temperaturempfindlichkeit können die Gütenormen niedrigere oder höhere Probentemperaturen festlegen.

3.4 Probe

Die Probe ist ein homogener, nichtgeschweißter Ring von rechteckigem oder kreisförmigem Querschnitt. Die Querschnittsfläche des Rings wird durch die Abmaße des Erzeugnisses, die Homogenität der magnetischen Eigenschaften, die Empfindlichkeit der Messgeräte und durch den für die Messwicklungen erforderlichen Raum bestimmt. Üblicherweise liegt die Querschnittsfläche im Bereich zwischen 10 mm^2 bis 200 mm^2 .

Bei der Vorbereitung der Probe ist dafür zu sorgen, dass ein Härten durch Bearbeitung oder ein Erwärmen des Werkstoffs, das die magnetischen Eigenschaften beeinflussen könnte, vermieden wird. Die Probe kann durch Abdrehen und abschließendes leichtes Schleifen bei ausreichender Kühlung zur Vermeidung von Erwärmen des Werkstoffs hergestellt werden. Die Kanten des Rings müssen von Grat befreit werden.

Zur Verminderung der Auswirkung radialer Änderung der magnetischen Feldstärke muss der Ring so bemessen sein, dass das Verhältnis vom äußeren zum inneren Durchmesser nicht größer als 1,4 und vorzugsweise kleiner als 1,25 ist. Wenn sich das Verhältnis dem Wert 1,4 annähert, wird eine größere radiale Änderung der magnetischen Feldstärke vorliegen.

Für einen gestapelt geschichteten oder zum Toroid gewickelten Kern muss die Querschnittsfläche aus der Masse, der Dichte und dem Wert des inneren und äußeren Durchmessers des Rings berechnet werden. Als Dichte kann der vereinbarte Wert verwendet werden, den der Hersteller des Werkstoffs angibt. Die Querschnittsfläche muss nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$A = \frac{2m}{\rho \pi (D + d)} \quad (1)$$

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

In diesem Fall gibt es eine größere radiale Abweichung der magnetischen Feldstärke.

Die Maße der Probe müssen durch Messen des äußeren und inneren Durchmessers des Rings sowie der Höhe oder des toroidalen Durchmessers mit Hilfe einer geeigneten Mikrometerschraube oder einer Schublehre bestimmt werden. Die mittlere Querschnittsfläche ist auf $\pm 0,5\%$ oder besser zu berechnen.

Die mittlere magnetische Weglänge der Probe muss ebenfalls auf $\pm 0,5\%$ oder besser mit Hilfe der folgenden Beziehung berechnet werden:

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

Dabei ist

- l die mittlere magnetische Weglänge der Probe in Meter.