

DIN EN 60404-15

ICS 29.030

Ersatz für
DIN EN 60404-15:2013-04
Siehe Anwendungsbeginn

**Magnetische Werkstoffe –
Teil 15: Verfahren zur Bestimmung der Permeabilitätszahl
schwachmagnetischer Werkstoffe
(IEC 60404-15:2012 + A1:2016);
Deutsche Fassung EN 60404-15:2012 + A1:2017**

Magnetic materials –
Part 15: Methods for the determination of the relative magnetic permeability of feebly
magnetic materials
(IEC 60404-15:2012 + A1:2016);
German version EN 60404-15:2012 + A1:2017

Matériaux magnétiques –
Partie 15: Méthodes de détermination de la perméabilité magnétique relative des
matériaux faiblement magnétiques
(IEC 60404-15:2012 + A1:2016);
Version allemande EN 60404-15:2012 + A1:2017

Gesamtumfang 26 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
DIN-Normenausschuss Eisen und Stahl (FES)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2012-10-23 angenommene Europäische Norm und die am 2017-01-09 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2018-03-01.

Für DIN EN 60404-15:2013-04 besteht eine Übergangsfrist bis 2020-01-09.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60404-15/A1:2015-03.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 171 „Magnetische Legierungen und Stahl“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in 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 (stability 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 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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten 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.

Die Änderung A1 wurde in den Text eingearbeitet und durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60404-15:2013-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die konsolidierte Fassung enthält die Änderungen des Amendment 1. So wurde ein neues Bild 5 eingefügt und beispielsweise die Abschnitte 4.5.4, 4.5.5, 4.5.6 und 4.5.7 hinzugefügt. Diese Änderungen wurden zur Klärung durchgeführt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60404-15: 2013-04

**Magnetische Werkstoffe –
Teil 15: Verfahren zur Bestimmung der Permeabilitätszahl
schwachmagnetischer Werkstoffe**
(IEC 60404-15:2012 + A1:2016)

Magnetic materials –
Part 15: Methods for the determination of the
relative magnetic permeability of feebly magnetic
materials
(IEC 60404-15:2012 + A1:2016)

Matériaux magnétiques –
Partie 15: Méthodes de détermination de la
perméabilité magnétique relative des matériaux
faiblement magnétiques
(IEC 60404-15:2012 + A1:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2012-10-23 und die A1 am 2017-01-09 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60404-15:2012 + A1:2017 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 68/442/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 60404-15, erarbeitet vom IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60404-15:2012 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): 2013-07-23
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2015-10-23

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-15:2012 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Europäisches Vorwort zu A1

Der Text des Dokuments 68/531/CDV, zukünftige IEC 60404-15:2012/A1, erarbeitet vom IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60404-15:2012/A1:2017 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): 2017-10-09
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-01-09

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-15:2012/A1:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Europäisches Vorwort zu A1	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Solenoid-Verfahren und Verfahren mit Bestimmung des magnetischen Moments	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Grundzüge des Messverfahrens	7
4.3 Messeinrichtung	9
4.4 Probe für das Solenoid-Verfahren	12
4.5 Verfahren	12
4.6 Berechnung	14
4.7 Unsicherheit	15
5 Verfahren mit magnetischer Waage	15
5.1 Grundzüge	15
5.2 Einsatzscheiben und Referenzmaterialien	16
5.3 Probe	17
5.4 Verfahren	17
5.5 Ermittlung der Permeabilitätszahl	17
5.6 Unsicherheit	18
6 Verfahren mit Permeabilitätsmessgerät	18
6.1 Grundzüge	18
6.2 Referenzproben und Referenzmaterialien	19
6.3 Probe	19
6.4 Verfahren	19
6.5 Unsicherheit	20
7 Prüfbericht	20
Anhang A (informativ) Korrigieren der Wirkung der Selbst-Entmagnetisierung	21
Literaturhinweise	23
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	24

Bilder

Bild 1 – Schaltung für das Solenoid-Verfahren mit Abziehen der Probe	8
Bild 5 – Schaltung für das Solenoid-Verfahren mit Umkehrung des Magnetisierungsstroms.....	9
Bild 2 – Spulensystem für die Bestimmung des magnetischen Dipolmoments	11
Bild 3 – Seitenansicht einer magnetischen Waage	16
Bild 4 – Schematische Ansicht des Permeabilitätsmessgeräts und magnetische Feldverteilung ohne und mit Probe	19

Tabellen

Tabelle 1 – Bereiche der Permeabilitätszahl für die beschriebenen Verfahren	6
Tabelle 2 – Zylindrische Probe mit einem 1:1-Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis	11
Tabelle 3 – Kreisförmige Zylinderprobe mit dem Verhältnis Länge zu Durchmesser von 10:1	12

Einleitung

Die Bestimmung der Permeabilitätszahl schwachmagnetischer Werkstoffe ist oft erforderlich zur Beurteilung von deren Wirkung auf das umgebende Magnetfeld. Typische schwachmagnetische Werkstoffe sind austenitische Edelstähle und „unmagnetisches“ Messing.

Die Permeabilitätszahl einiger dieser Werkstoffe kann sich wesentlich mit der einwirkenden magnetischen Feldstärke ändern. In den meisten Fällen finden diese Werkstoffe Anwendung im umgebenden Erdmagnetfeld. Dessen Feldstärke beträgt in Europa 35 A/m bis 40 A/m, in Fernost und in Nordamerika 25 A/m bis 35 A/m. Es gibt jedoch gegenwärtig kein Messverfahren zur Bestimmung der Permeabilitätszahl schwachmagnetischer Werkstoffe bei diesen niedrigen Feldstärkewerten.

Es wurden Untersuchungen der Eigenschaften schwachmagnetischer Werkstoffe durchgeführt, die vorrangig der Herstellung verbesserter Referenzmaterialien dienten. Diese Untersuchungen haben gezeigt [1]¹⁾, dass es möglich ist, Referenzmaterialien herzustellen, die eine im Wesentlichen konstante Permeabilitätszahl im Bereich von Erdfeldstärke bis zur Feldstärke von mindestens 100 kA/m aufweisen.

Herkömmliche metallische Werkstoffe können ebenfalls als Referenzmaterial verwendet werden. Ihre Permeabilitätszahl kann mit dem Referenzverfahren bestimmt werden. Es ist wichtig, dass die bei der Bestimmung der Permeabilitätszahl angewandte Feldstärke festgestellt wird, insbesondere bei herkömmlichen Werkstoffen, bei denen die Änderungen mit dem Magnetfeld groß sein können. Dieses Verhalten muss ebenfalls beachtet werden, wenn herkömmliche Werkstoffe als Referenzmaterial für die Kalibrierung bei Komparator-Verfahren benutzt werden. Der Grund ist, dass bei diesen Verfahren die magnetische Feldstärke sich über das Volumen der Probe ändert. Dies macht es schwierig, die für die Kalibrierung gültige Permeabilitätszahl anzugeben.

In Fällen, in denen die Einwirkung des schwachmagnetischen Werkstoffs auf das umgebene Erdmagnetfeld kritisch ist, sollte die direkte Messung dieses Effekts mit einem empfindlichen Magnetometer in Betracht gezogen werden.

¹⁾ Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein Solenoid-Verfahren, ein Verfahren mit Bestimmung des magnetischen Moments, ein Verfahren mit magnetischer Waage und ein Permeabilitätsmessverfahren für die Bestimmung der Permeabilitätszahl schwachmagnetischer Werkstoffe (einschließlich aus ferritischen Edelstahls) fest. Sowohl das Verfahren mit magnetischer Waage als auch das Permeabilitätsmessverfahren sind Vergleichsverfahren, die mit Hilfe von Referenzmaterialien kalibriert werden, um den Wert der Permeabilitätszahl der Probe zu bestimmen. Der Bereich der Permeabilitätszahl für jedes dieser Verfahren ist in Tabelle 1 angegeben. Die genannten Verfahren sind für Feldstärkewerte zwischen 5 kA/m und 100 kA/m geeignet.

Tabelle 1 – Bereiche der Permeabilitätszahl für die beschriebenen Verfahren

Messverfahren	Bereich der Permeabilitätszahl
Solenoid	1,003 bis 2
Magnetisches Moment	1,003 bis 1,2
Magnetische Waage	1,003 bis 5
Permeabilitätsmessgerät	1,003 bis 2

ANMERKUNG 1 Der Bereich der mit der magnetischen Waage bestimmbaren Permeabilitätszahl deckt sich mit dem Bereich der Einsatzproben, die bei einem typischen Messgerät mitgeliefert werden. Diese können nur für Werte bestimmt werden, für die kalibrierte Referenzmaterialien existieren.

ANMERKUNG 2 Für eine Permeabilitätszahl größer als 2 kann ein Referenzmaterial mit den in dieser Norm beschriebenen Verfahren nicht kalibriert werden. In diesem Fall erklärt eine Anmerkung im Prüfbericht, dass die mit dem Waagenverfahren gemessenen Werte nur einen Hinweis darstellen.

Das Solenoid-Verfahren ist das Referenzverfahren. Das beschriebene Verfahren mit Bestimmung des magnetischen Moments wird hauptsächlich zur Messung der Permeabilitätszahl von Normgewichtsstücken benutzt.

Es werden zwei Komparator-Verfahren beschrieben, die in der Industrie benutzt werden. Diese können mit Hilfe von Referenzmaterialien kalibriert werden, für die die Permeabilitätszahl mit dem Referenzverfahren bestimmt wurde. Wenn verwendbar, kann ebenfalls das Verfahren mit Bestimmung des magnetischen Moments benutzt werden. Die Abmaße des Referenzmaterials müssen sorgfältig berücksichtigt werden, wenn es um die Bestimmung der Unsicherheit des Kalibrierwertes aufgrund der Selbst-Entmagnetisierung geht. Für weitere Informationen zur Korrektur der Wirkung der Selbst-Entmagnetisierung siehe Anhang A.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 (alle Teile), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <<http://www.electropedia.org/>>)

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*