

## DIN EN 60404-2



ICS 29.030

Ersatz für  
DIN EN 60404-2:1998-12  
Siehe jedoch Beginn der  
Gültigkeit

**Magnetische Werkstoffe –  
Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von  
Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens  
(IEC 60404-2:1996 + A1:2008);  
Deutsche Fassung EN 60404-2:1998 + A1:2008**

Magnetic materials –

Part 2: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel strip and sheet by means of an Epstein frame (IEC 60404-2:1996 + A1:2008);  
German version EN 60404-2:1998 + A1:2008

Matériaux magnétiques –

Partie 2: Méthodes de mesure des propriétés magnétiques des bandes et tôles magnétiques en acier au moyen d'un cadre Epstein (CEI 60404-2:1996 + A1:2008);  
Version allemande EN 60404-2:1998 + A1:2008

Gesamtumfang 27 Seiten

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

## **Beginn der Gültigkeit**

Die von CENELEC am 1998-01-01 angenommene EN 60404-2 gilt zusammen mit der am 2008-06-01 angenommenen Änderung A1 als DIN-Norm ab 2009-01-01.

Daneben darf DIN EN 60404-2:1998-12 noch bis 2011-06-01 angewendet werden.

## **Nationales Vorwort**

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60404-2/A1:2006-03.*

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](http://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.

Die Änderung A1 wurde durch eine senkrechte Linie am linken Rand im Text gekennzeichnet. Das von CENELEC herausgegebene Corrigendum zum deutschen Titel wurde in der vorliegenden Fassung bereits eingearbeitet.

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.

## **Änderungen**

Gegenüber DIN EN 60404-2:1998-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Anmerkungen in 3.6, 3.7, 3.8 und Abschnitt 4 wurden ergänzt;
- c) ein neuer Anhang A „Digitales Abtastverfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften“ wurde hinzugefügt.

## **Frühere Ausgaben**

DIN 50462-1: 1960-01, 1976-04, 1986-08  
DIN 50462-2: 1960-02, 1976-04, 1986-08  
DIN 50462-3: 1961-09, 1976-04, 1986-08  
DIN 50462-5: 1965-11, 1979-06, 1991-11  
DIN 50462-6: 1976-04, 1986-08  
DIN EN 60404-2: 1998-12

**Magnetische Werkstoffe –  
Teil 2: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften  
von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens  
(IEC 60404-2:1996 + A1:2008)**

Magnetic materials –  
Part 2: Methods of measurement  
of the magnetic properties of electrical  
steel strip and sheet by means  
of an Epstein frame  
(IEC 60404-2:1996 + A1:2008)

Matériaux magnétiques –  
Partie 2: Méthodes de mesure  
des propriétés magnétiques des bandes  
et tôles magnétiques en acier au moyen  
d'un cadre Epstein  
(CEI 60404-2:1996 + A1:2008)

Diese Änderung A1 modifiziert die Europäische Norm EN 60404-2:1998; sie wurde von CENELEC am 1998-01-01 und die A1 am 2008-06-01 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 60404-2:1998 + A1:2008 D

## Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-2:1996, ausgearbeitet von dem IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1998-01-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 60404-2 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): 1998-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1998-12-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.  
In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.  
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-2:1996 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

## Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 68/365/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60404-2:1996, ausgearbeitet von dem IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2008-06-01 als Änderung A1 zu EN 60404-2:1998 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): 2009-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-06-01

Der Inhalt des im Oktober 2008 veröffentlichten Corrigendums ist in dieser Fassung enthalten.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2008 zur Internationalen Norm IEC 60404-2:1996 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

## Inhalt

|                                                                                                                                                                                                                              | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort.....                                                                                                                                                                                                                 | 2     |
| Vorwort zu A1 .....                                                                                                                                                                                                          | 3     |
| 1 Anwendungsbereich und Zweck .....                                                                                                                                                                                          | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                                                                                               | 6     |
| 3 Allgemeine Grundzüge der Messungen im Wechselfeld .....                                                                                                                                                                    | 6     |
| 3.1 Grundzüge des Verfahrens mit dem 25-cm-Epsteinrahmen .....                                                                                                                                                               | 6     |
| 3.2 Probe .....                                                                                                                                                                                                              | 7     |
| 3.3 25-cm-Epsteinrahmen .....                                                                                                                                                                                                | 7     |
| 3.4 Luftflusskorrektur .....                                                                                                                                                                                                 | 8     |
| 3.5 Leistungsquelle.....                                                                                                                                                                                                     | 9     |
| 3.6 Spannungsmessung.....                                                                                                                                                                                                    | 9     |
| 3.7 Frequenzmessung.....                                                                                                                                                                                                     | 9     |
| 3.8 Leistungsmessung.....                                                                                                                                                                                                    | 10    |
| 4 Verfahren zur Messung der spezifischen Ummagnetisierungsverlustleistung.....                                                                                                                                               | 10    |
| 4.1 Vorbereitung der Messung .....                                                                                                                                                                                           | 10    |
| 4.2 Einstellung der Leistungsquelle.....                                                                                                                                                                                     | 10    |
| 4.3 Messung der Verlustleistung .....                                                                                                                                                                                        | 11    |
| 4.4 Bestimmung der spezifischen Ummagnetisierungsverlustleistung .....                                                                                                                                                       | 11    |
| 4.5 Vergleichspräzision der Messung des spezifischen Ummagnetisierungsverlustes .....                                                                                                                                        | 12    |
| 5 Verfahren zur Bestimmung des Scheitelwertes der magnetischen Polarisierung, des<br>Effektivwertes der magnetischen Feldstärke, des Scheitelwertes der magnetischen<br>Feldstärke und der spezifischen Scheinleistung ..... | 12    |
| 5.1 Probe .....                                                                                                                                                                                                              | 12    |
| 5.2 Grundzüge des Messverfahrens .....                                                                                                                                                                                       | 12    |
| 5.3 Vergleichspräzision .....                                                                                                                                                                                                | 14    |
| 6 Allgemeine Grundlagen der Messungen im Gleichfeld .....                                                                                                                                                                    | 14    |
| 6.1 Grundzüge des Verfahrens mit dem 25-cm-Epsteinrahmen .....                                                                                                                                                               | 14    |
| 6.2 Probe .....                                                                                                                                                                                                              | 14    |
| 6.3 25-cm-Epsteinrahmen .....                                                                                                                                                                                                | 14    |
| 6.4 Luftflusskorrektur .....                                                                                                                                                                                                 | 15    |
| 6.5 Leistungsquelle.....                                                                                                                                                                                                     | 15    |
| 6.6 Genauigkeit des Messplatzes .....                                                                                                                                                                                        | 15    |
| 7 Verfahren zur Messung der magnetischen Polarisierung im Gleichfeld .....                                                                                                                                                   | 15    |
| 7.1 Vorbereitung der Messung .....                                                                                                                                                                                           | 15    |
| 7.2 Bestimmung der magnetischen Polarisierung .....                                                                                                                                                                          | 15    |
| 7.3 Bestimmung der Hystereschleife.....                                                                                                                                                                                      | 16    |
| 7.4 Vergleichspräzision der Messung der magnetischen Polarisierung.....                                                                                                                                                      | 16    |
| 8 Prüfbericht .....                                                                                                                                                                                                          | 16    |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Anhang A (informativ) Digitales Abtastverfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften .....                                                | 21 |
| A.1 Allgemeines .....                                                                                                                              | 21 |
| A.2 Technische Einzelheiten und Anforderungen .....                                                                                                | 21 |
| A.3 Kalibrierungsaspekte .....                                                                                                                     | 23 |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                            | 24 |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen .....          | 25 |
| <br>Bild 1 – Doppelt-überlappende Ecken .....                                                                                                      | 17 |
| Bild 2 – 25-cm-Epsteinrahmen .....                                                                                                                 | 17 |
| Bild 3 – Blockschaltbild für das wattmetrische Verfahren .....                                                                                     | 18 |
| Bild 4 – Blockschaltbild für die Messung des Effektivwertes der Magnetisierungsstromstärke .....                                                   | 18 |
| Bild 5 – Blockschaltbild für die Messung des Scheitelwertes der magnetischen Feldstärke mit Hilfe<br>eines Scheitelwert-Spannungsmessgerätes ..... | 19 |
| Bild 7 – Blockschaltbild zur Bestimmung diskreter Werte der magnetischen Polarisation im<br>Gleichfeld .....                                       | 20 |
| Bild 8 – Blockschaltbild für das Verfahren der kontinuierlichen Aufzeichnung im Gleichfeld .....                                                   | 20 |

## 1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieser Teil der Reihe IEC 60404 ist anwendbar auf kornorientiertes und nicht-kornorientiertes Elektroband und -blech für Messungen im Wechselfeld bei Frequenzen bis 400 Hz und für Messungen im Gleichfeld.

Gegenstand dieser Norm ist die Festlegung der allgemeinen Grundzüge und der technischen Einzelheiten der Messung der magnetischen Eigenschaften von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Epsteinrahmens.

Der Epsteinrahmen ist anwendbar auf Proben aus Elektroband und -blech jeder Qualität. Die magnetischen Eigenschaften im Wechselfeld werden bei sinusförmiger Sekundärspannung, für vorgegebene Scheitelwerte der magnetischen Polarisation und für vorgegebene Frequenzen bestimmt.

Die Messungen müssen bei einer Umgebungstemperatur von  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$  an Proben ausgeführt werden, die vorher abmagnetisiert worden sind.

Messungen bei höheren Frequenzen müssen nach IEC 60404-10 ausgeführt werden.

ANMERKUNG In dieser Norm wird der Begriff „magnetische Polarisation“ so benutzt, wie er in IEC 60050-221 definiert ist. In einigen Normen der Reihe IEC 60404 wurde der Begriff „magnetische Flussdichte“ benutzt.

## 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 60050-221, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 221: Magnetic materials and components*

IEC 60404-4, *Magnetic materials – Part 4: Methods of measurement of d.c. magnetic properties of magnetically soft materials*

IEC 60404-8-3, *Magnetic materials – Part 8-3: Specifications for individual materials – Cold-rolled electrical non-alloyed and alloyed steel sheet and strip delivered in the semi-processed state*

IEC 60404-8-4, *Magnetic materials – Part 8-4: Specifications for individual materials – Cold-rolled non-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully-processed state*

IEC 60404-8-7, *Magnetic materials – Part 8-7: Specifications for individual materials – Cold-rolled grain-oriented electrical steel sheet and strip delivered in the fully-processed state*

IEC 60404-10, *Magnetic materials – Part 10: Methods of measurement of magnetic properties of magnetic sheet and strip at medium frequencies*

IEC 60404-13, *Magnetic materials – Part 13: Methods of measurement of density, resistivity and stacking factor of electrical steel sheet and strip*

## 3 Allgemeine Grundzüge der Messungen im Wechselfeld

### 3.1 Grundzüge des Verfahrens mit dem 25-cm-Epsteinrahmen

Der 25-cm-Epsteinrahmen, der aus einer Primärwicklung, einer Sekundärwicklung und der zu prüfenden Probe als Kern besteht, bildet einen Transformator ohne Last, dessen Kennwerte nach dem in den folgenden Abschnitten beschriebenen Verfahren gemessen werden.

### 3.2 Probe

Die zu prüfenden Streifen werden zu einem Quadrat mit beidseitig überlappenden Ecken (siehe Bild 1) zusammengefügt, so dass sie vier Schenkel gleicher Länge und gleicher Querschnittsfläche bilden.

Die Streifen müssen in Übereinstimmung mit den entsprechenden Gütenormen der Reihe IEC 60404-8 entnommen werden.

Sie müssen nach einem Verfahren geschnitten werden, das weitgehend gratfreie Kanten sicherstellt, und müssen, falls vorgeschrieben, in Übereinstimmung mit der entsprechenden Gütenorm wärmebehandelt werden. Sie müssen die folgenden Abmessungen haben:

- Breite  $b = (30 \pm 0,2) \text{ mm}$ ;
- Länge  $280 \text{ mm} \leq l \leq 320 \text{ mm}$ .

Die Längen der Streifen müssen innerhalb der Grenzabweichung von  $\pm 0,5 \text{ mm}$  gleich sein.

Wenn die Streifen parallel oder senkrecht zur Walzrichtung geschnitten werden, muss die Kante der Ausgangstafel als Bezugsrichtung genommen werden.

Die folgenden Grenzabweichungen gelten für den Winkel zwischen der festgelegten und der tatsächlichen Richtung des Schnitts:

- $\pm 1^\circ$  für kornorientiertes Elektroblech;
- $\pm 5^\circ$  für nicht-kornorientiertes Elektroblech.

Nur ebene Streifen dürfen benutzt werden. Die Messungen müssen ohne zusätzliche Isolation ausgeführt werden.

Die Anzahl der Streifen, die die Probe bilden, muss ein Vielfaches von vier sein und ist in der entsprechenden Gütenorm festgelegt. Jedoch muss bei einer Streifenlänge von 280 mm die aktive Masse der Probe (siehe Gleichung (1)) mindestens 240 g betragen.

### 3.3 25-cm-Epsteinrahmen

Der 25-cm-Epsteinrahmen (im Weiteren „Epsteinrahmen“ genannt) muss aus vier Spulen bestehen, in die die Streifen eingeschichtet werden, die die Probe bilden (siehe Bild 2).

Eine Gegeninduktivität zur Luftflusskorrektur ist Teil des Epsteinrahmens.

Die Spulenkörper sind aus hartem isolierendem Material wie z. B. Pertinax hergestellt. Sie haben einen rechtwinkligen Querschnitt und eine lichte Breite von 32 mm. Es wird empfohlen, eine Höhe von ungefähr 10 mm zu wählen.

Die Spulen müssen auf einer isolierenden und nicht-magnetischen Grundplatte so befestigt werden, dass ein Quadrat gebildet wird (siehe Bild 2). Die Seitenlänge des Quadrates, das durch die Innenkanten der Streifen der Probe gebildet wird, muss  $220^{+1}_{-0} \text{ mm}$  betragen (siehe Bild 2).

Jede der vier Spulen muss aus zwei Wicklungen bestehen:

- einer äußeren Primärwicklung (Magnetisierungswicklung);
- einer inneren Sekundärwicklung (Spannungswicklung).

ANMERKUNG Ein elektrostatischer Schirm kann zwischen diesen Wicklungen vorgesehen werden.

Die Wicklungen müssen gleichförmig über eine Mindestlänge von 190 mm verteilt sein, wobei jede Spule ein Viertel der Gesamtwindungszahl aufweist.