

DIN EN IEC 60404-3



ICS 17.220.20; 29.030

Ersatz für
DIN IEC 60404-3:2010-05 und
DIN IEC 60404-3
Berichtigung 1:2010-09
Siehe Anwendungsbeginn

**Magnetische Werkstoffe –
Teil 3: Verfahren zur Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von
Elektroband und -blech mit Hilfe eines Tafelmessgerätes
(IEC 60404-3:2022);
Deutsche Fassung EN IEC 60404-3:2022**

Magnetic materials –

Part 3: Methods of measurement of the magnetic properties of electrical steel strip and sheet by means of a single sheet tester

(IEC 60404-3:2022);

German version EN IEC 60404-3:2022

Matériaux magnétiques –

Partie 3: Méthodes de mesure des caractéristiques magnétiques des bandes et tôles magnétiques en acier à l'aide de l'essai sur tôle unique

(IEC 60404-3:2022);

Version allemande EN IEC 60404-3:2022

Gesamtumfang 36 Seiten

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

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2022-12-13 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2024-02-01.

Für DIN IEC 60404-3:2010-05 und DIN IEC 60404-3 Berichtigung 1:2010-09 besteht eine Übergangsfrist bis 2025-12-13.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 60404-3:2021-07.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 171 „Magnetische Legierungen und Stahl“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

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 „<https://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.

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.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60404-3:2010-05 und DIN IEC 60404-3 Berichtigung 1:2010-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang A wurde überarbeitet. Das Verfahren zur Bestimmung des Widerstandes der Joche wurde in Anhang A hinzugefügt;
- b) Anhang B der konsolidierten Fassung von 2010 bezog sich auf die Kalibrierung des SST mit Hilfe des Epstein-Verfahrens. Er wurde gestrichen;

- c) Anhang B (neu), Anhang C und Anhang D wurden überarbeitet; sie dienen nur der Information;
- d) Anhang C wurde unter Berücksichtigung der neuen Situation bezüglich der P- und R-Qualitäten geändert;
- e) Anhang D wurde durch Hinzufügen von Abschnitt D.4 über die numerische Luftflussskompensation geändert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 10280: 2001-06, 2007-04

DIN IEC 60404-3: 2010-05

DIN IEC 60404-3 Berichtigung 1: 2010-09

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Magnetische Werkstoffe – Teil 3: Verfahren zur
Bestimmung der magnetischen Eigenschaften von
Elektroband und -blech mit Hilfe eines Tafelmessgerätes
(IEC 60404-3:2022)

Magnetic materials – Part 3: Methods of measurement
of the magnetic properties of electrical steel strip
and sheet by means of a single sheet tester
(IEC 60404-3:2022)

Matériaux magnétiques – Partie 3: Méthodes de mesure
des caractéristiques magnétiques des bandes et tôles
magnétiques en acier à l'aide de l'essai sur tôle unique
(IEC 60404-3:2022)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2022-12-13 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 68/699/CDV, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60404-3, erarbeitet vom IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 60404-3:2022 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): 2023-09-13
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2025-12-13

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.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Komitee des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Gremien ist auf den Internetseiten des CENELEC abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60404-3:2022 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 60404-8-7:2020 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 10107:2022 (modifiziert)

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 aufgelisteten 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>
IEC 60050-121	-	International Electrotechnical Vocabulary - Part 121: Electromagnetism	-	-
IEC 60050-221	-	International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 221: Magnetic materials and components	-	-
IEC 60404-13	-	Magnetic materials - Part 13: Methods of measurement of resistivity, density and stacking factor of electrical steel strip and sheet	EN IEC 60404-13	-

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	7
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen.....	10
3 Begriffe.....	10
4 Allgemeine Prinzipien von Wechselstrommessungen.....	10
4.1 Allgemeines.....	10
4.2 Kurzbeschreibung des Tafelmessgerät-Verfahrens.....	11
4.3 Prüfeinrichtung.....	11
4.3.1 Joche.....	11
4.3.2 Wicklungen.....	13
4.4 Luftflussskompensation.....	14
4.5 Probekörper.....	14
4.6 Spannungsquelle.....	15
5 Bestimmung der spezifischen Ummagnetisierungsverlustleistung.....	15
5.1 Grundlage des Messverfahrens.....	15
5.2 Prüfgerät.....	15
5.2.1 Spannungsmessung.....	15
5.2.2 Frequenzmessung.....	16
5.2.3 Leistungsmessung.....	16
5.3 Ausführung der Messung der spezifischen Gesamtverluste.....	16
5.3.1 Vorbereitung der Messung.....	16
5.3.2 Einstellen der Energieversorgung.....	16
5.3.3 Messvorgang.....	17
5.3.4 Vergleichpräzision der Messung des spezifischen Ummagnetisierungsverlusts.....	18
6 Bestimmung der magnetischen Feldstärke, Primärstromstärke und spezifischen Scheinleistung....	18
6.1 Allgemeines.....	18
6.2 Grundlage des Messverfahrens.....	18
6.2.1 Scheitelwert der magnetischen Polarisation.....	18
6.2.2 Effektivwert der Primärstromstärke.....	18
6.2.3 Scheitelwert der magnetischen Feldstärke.....	19
6.3 Prüfgerät.....	19
6.3.1 Gleichrichtwert-Spannungsmessgerät.....	19
6.3.2 Effektivstrommessung.....	20
6.3.3 Messung des Scheitelwerts der Stromstärke.....	20
6.3.4 Spannungsquelle.....	20
6.3.5 Widerstand R.....	20
6.4 Durchführung der Messung.....	20

6.4.1	Vorbereitung der Messung.....	20
6.4.2	Messungsvorgang.....	20
6.4.3	Nichtkornorientierter Werkstoff.....	21
6.5	Bestimmung der Kenngrößen.....	21
6.5.1	Bestimmung von $\hat{J}$	21
6.5.2	Bestimmung von $\tilde{H}$	21
6.5.3	Bestimmung von $\hat{H}$	22
6.5.4	Bestimmung der spezifischen Scheinleistung S_s	22
6.5.5	Vergleichpräzision der Messung der spezifischen Scheinleistung.....	23
7	Prüfbericht.....	23
	Anhang A (normativ) Anforderungen bei der Herstellung der Joche.....	24
	Anhang B (informativ) Überprüfung und Verifizierung der zuverlässigen Leistung des SST-Aufbaus durch die Verwendung von Referenzproben und Auswirkung der in den Jochen abgeleiteten Verluste.....	26
	Anhang C (informativ) Die Beziehung von Epstein- zu SST-Werten bei kornorientiertem Elektroblech.....	29
	Anhang D (informativ) Digitales Abtastverfahren für die Bestimmung der magnetischen Eigenschaften und für die numerische Luftflusskorrektur.....	32
D.1	Allgemeines.....	32
D.2	Technische Einzelheiten und Anforderungen.....	32
D.3	Kalibrierungsaspekte.....	34
D.4	Numerische Luftflusskorrektur.....	34
	Literaturhinweise.....	36
Bilder		
	Bild 1 – Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung.....	12
	Bild 2 – Jochmaße.....	13
	Bild 3 – Schema der Verbindungen der 5 Spulen der Primärwicklung.....	13
	Bild 4 – Schaltung für die Bestimmung der spezifischen Ummagnetisierungsverlustleistung.....	14
	Bild 5 – Schaltung zur Messung des Effektivwerts der Primärstromstärke.....	19
	Bild 6 – Schaltung zur Messung des Scheitelwerts der magnetischen Feldstärke.....	19
	Bild B.1 – Spezifischer Gesamtverlust im Vergleich zur Spitzenflussdichte (nach J. Sievert [3] und G. Bertotti [4]); Gerade: $P_s \propto B^{1,85}$ Näherung (nach C. Ragusa).....	27
	Bild C.1 – Relative SST-Epstein-Differenz δP für konventionellen kornorientierten Werkstoff gegenüber der magnetischen Polarisation $\hat{J}$	31
	Bild C.2 – Relative SST-Epstein-Differenz δHS konventionellen kornorientierten Werkstoff gegenüber der magnetischen Polarisation $\hat{J}$	31
Tabellen		
	Tabelle B.1 – Verlust durch die Joche eines Standard-SST, ermittelt aus den an drei Jochpaaren gemessenen Verlustkurven, wie in Bild B.1 dargestellt, und den relevanten Mengen, einschließlich des relativen Beitrags der Joche, p_V ; am Beispiel von fünf Standardqualitäten.....	28
	Tabelle C.1 – Die relativen SST-Epstein-Differenzen δP und δHS und der Umwandlungsfaktor F_C für konventionellen kornorientierten Werkstoff im Polarisationsbereich 1,0 T bis 1,8 T.....	30

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60404 gilt für kornorientiertes und nichtkornorientiertes Elektroband und -blech für die Messung der magnetischen Wechselstrom-Eigenschaften bei Netzfrequenzen.

Dieses Dokument beschreibt die allgemeinen Grundzüge und die technischen Einzelheiten der Messung der magnetischen Eigenschaften von Elektroband und -blech mit Hilfe eines Tafelmessgerätes (SST, en: single sheet tester).

Das Tafelmessgerät ist anwendbar auf Tafelproben von Elektrostahlband und -blech jeder Qualität. Die magnetischen Kennwerte im Wechselfeld werden bei sinusförmiger induzierter Spannung, bestimmten Scheitelwerten der magnetischen Polarisierung, Scheitelwerten der magnetischen Feldstärke und für eine festgelegte Frequenz bestimmt.

Die Messungen werden bei einer Umgebungstemperatur von (23 ± 5) °C an vorher abmagnetisierten Proben ausgeführt.

ANMERKUNG In diesem Dokument wird durchgehend die Größe „magnetische Polarisierung“ verwendet, wie sie in IEC 60050-221 festgelegt ist. In einigen Normen der Reihe IEC 60404 wird die Größe „Magnetische Flussdichte“ verwendet.

Um die Langzeitzuverlässigkeit der Leistung dieses Aufbaus zu unterstützen und die Beziehung zwischen dem Epstein-Verfahren und dem SST-Verfahren besser zu verstehen, wurden die informativen Anhänge B und C aufgenommen.

2 Normative Verweisungen

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).

IEC 60050-121, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 121: Electromagnetism*

IEC 60050-221, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 221: Magnetic materials and components*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-121 und IEC 60050-221.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

4 Allgemeine Prinzipien von Wechselstrommessungen

4.1 Allgemeines

Abschnitt 4 beschreibt die allgemeinen Bedingungen zur Bestimmung der magnetischen Wechselstromeigenschaften von Elektroband und -blech bei Netzfrequenzen mit Hilfe eines Tafelmessgerätes.

4.2 Kurzbeschreibung des Tafelmessgerät-Verfahrens

Der Probekörper besteht aus einer Elektroblechprobe und wird in die Mitte zweier Zylinderwicklungen eingebracht:

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

Den Flusspfad schließen zwei identische Joche, deren Querschnitt sehr groß ist im Vergleich zu dem des Probekörpers (siehe Bild 1).

Die Temperaturänderungen der Proben müssen unterhalb solcher Werte bleiben, die wahrscheinlich mechanische Spannungen im Probekörper aufgrund von thermischer Ausdehnung oder Kontraktion zur Folge hätten.

4.3 Prüfeinrichtung

4.3.1 Joche

Jedes der U-förmigen Joche ist aus isolierten Blechen von kornorientiertem Elektrostahl hergestellt. Es muss einen niedrigen magnetischen Widerstand und einen niedrigen spezifischen Ummagnetisierungsverlust im Bereich einer niedrigen magnetischen Polarisierung unter 0,2 T aufweisen (siehe Anhang A). Es muss in Übereinstimmung mit den im Anhang A genannten Anforderungen hergestellt werden.

Um die Wirkung von Wirbelströmen zu vermindern, und damit sich eine homogenere Flussverteilung über das Innere der Joche einstellt, müssen die Joche aus einem Paar gewickelter Schnittbandkerne bestehen oder aus einem verklebten Stapel von Blechen, der an den Ecken eine wechselweise überlappende Verbindung hat (siehe Bild 1).

Das Joch muss über Polflächen mit einer Breite von 25 mm $\pm$ 1 mm verfügen.

Die beiden Polflächen jedes Jochs müssen innerhalb von 0,5 mm in einer Ebene liegen, und der Spalt zwischen sich gegenüberliegenden Polflächen darf an keinem Punkt 0,005 mm überschreiten. Außerdem müssen die Joche biegesteif sein, damit keine mechanischen Spannungen wie Verdrehung, Verspannung und Kompression in dem Probekörper entstehen.

Die Höhe der Joche muss jeweils zwischen 90 mm und 150 mm liegen. Jedes Joch muss eine Breite von 500^{+5}_{-0} mm und ein Innenmaß von $450 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ haben (siehe Bild 2).

Es muss eine nichtleitende, unmagnetische Auflagefläche zwischen den senkrechten Schenkeln der Unterjoche angebracht werden, auf der der Probekörper liegt. Diese Auflagefläche muss zentriert sein und in derselben Ebene der Polflächen des Unterjochs liegen, so dass die Probe, ohne jeden Luftspalt, direkten Kontakt mit den Polflächen hat. Es muss darauf geachtet werden, dass die Oberfläche der Auflage in keinem Fall höher liegt als die Ebene der Polflächen des Unterjochs.