

	DIN EN 60404-8-1 (VDE 0354-8-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.030 Ersatz für DIN IEC 60404-8-1:2005-08 Siehe Anwendungsbeginn Magnetische Werkstoffe – Teil 8-1: Anforderungen an einzelne Werkstoffe – Hartmagnetische Werkstoffe (Dauermagnete) (IEC 60404-8-1:2015); Deutsche Fassung EN 60404-8-1:2015 Magnetic materials – Part 8-1: Specifications for individual materials – Magnetically hard materials (IEC 60404-8-1:2015); German version EN 60404-8-1:2015 Matériaux magnétiques – Partie 8-1: Spécifications pour matériaux particuliers – Matériaux magnétiquement durs (IEC 60404-8-1:2015); Version allemande EN 60404-8-1:2015 Gesamtumfang 42 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE DIN-Normenausschuss Nichteisenmetalle (FNNE)		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-05-01 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-02-01.

Für DIN IEC 60404-8-1:2005-08 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-05-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60404-8-1 (VDE 0354-8-1):2014-09.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60404-8-1:2005-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung der Quadratförmigkeit durch die Größe HD;
- b) Einführung der neuen anisotropen gebundenen Sm-Fe-N-Magnete sowie der hochenergetischen Ferrite mit La und Co als Substituenten;
- c) Bezüge und Verweisungen im Text aktualisiert;
- d) Normative Verweisungen auf den aktuellen Stand gebracht.

Frühere Ausgaben

DIN 17410: 1953-07, 1963-01, 1977-05

DIN IEC 60404-8-1: 2003-02, 2005-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050 (alle Teile)	a	–
–	IEC 60050-121	a	–
–	IEC 60050-151	a	–
–	IEC 60050-221	a	–
EN 60404 (alle Teile)	IEC 60404 (alle Teile)	DIN EN 60404 (alle Teile)	–
–	IEC 60404-1:2000	DIN IEC 60404-1:2008-06	–
EN 60404-5	IEC 60404-5	DIN EN 60404-5	–
–	IEC/TR 62517	–	–
^a Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60404 (alle Teile), *Magnetische Werkstoffe*

DIN EN 60404-5, *Magnetische Werkstoffe – Teil 5: Dauermagnetwerkstoffe (hartmagnetische Werkstoffe) – Verfahren zur Messung der magnetischen Eigenschaften*

DIN IEC 60404-1:2008-06, *Magnetische Werkstoffe – Teil 1: Einteilung (IEC 60404-1:2000)*

– Leerseite –

**Magnetische Werkstoffe –
Teil 8-1: Anforderungen an einzelne Werkstoffe –
Hartmagnetische Werkstoffe (Dauermagnete)**
(IEC 60404-8-1:2015)

Magnetic materials –
Part 8-1: Specifications for individual materials –
Magnetically hard materials
(IEC 60404-8-1:2015)

Matériaux magnétiques –
Partie 8-1: Spécifications pour matériaux
particuliers –
Matériaux magnétiquement durs
(IEC 60404-8-1:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-05-01 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60404-8-1:2015 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 68/495/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60404-8-1, erarbeitet vom IEC/TC 68 „Magnetic alloys and steels“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60404-8-1:2015 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): 2016-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-05-01

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 60404-8-1:2015 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Werkstoffgruppen und ihre Anwendungen	7
5 Einteilung	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Kennzeichnende magnetische Eigenschaften	8
5.3 Weitere magnetische Eigenschaften	9
6 Chemische Zusammensetzung	9
7 Dichtewerte	9
8 Bezeichnung	9
9 Lieferzustand und Maße	10
10 Prüfung	10
10.1 Prüfumfang	10
10.2 Prüfverfahren	10
11 Gründe für eine Beanstandung	10
12 Beschreibung der Tabellen der genormten Eigenschaften	11
12.1 Hartmagnetische Legierungen	11
12.1.1 Aluminium-Nickel-Cobalt-Eisen-Titan-Legierungen (AlNiCo)	11
12.1.2 Chrom-Eisen-Cobalt-Legierungen (CrFeCo)	12
12.1.3 Eisen-Cobalt-Vanadium-Chrom-Legierungen (FeCoVCr)	12
12.1.4 Seltenerdmetall-Cobalt-Legierungen (RECo)	13
12.1.5 Seltenerdmetall-Eisen-Bor-Legierungen (REFeB)	14
12.2 Hartmagnetische keramische Werkstoffe (Hartferrite)	15
12.2.1 Chemische Zusammensetzung	15
12.2.2 Herstellungsverfahren	15
12.2.3 Unter-Einteilung	15
12.2.4 Magnetische Eigenschaften und Dichtewerte	15
12.2.5 Zulässige Maßabweichungen	15
12.3 Gebundene Magnete	16
12.3.1 Allgemeines	16
12.3.2 Chemische Zusammensetzung	16
12.3.3 Herstellung	16
12.3.4 Unter-Einteilung	17
12.3.5 Magnetische Eigenschaften und Dichte	18

	Seite
12.3.6 Zulässige Maßabweichungen.....	18
13 Irreversibles Abmagnetisierungsverhalten	18
13.1 Allgemeines	18
13.2 Allgemeine Definition der abmagnetisierenden Feldstärke H_D	18
13.3 Vereinfachte Definition des abmagnetisierenden Feldes H_D	19
14 Tabellen 10 bis 23	21
Anhang A (informativ) Physikalische Daten und mechanische Referenzwerte von AlNiCo-, CrFeCo-, FeCoVCr-, SmCo-, NdFeB-, Hartferrit- und gebundenen SmFeN-Magneten.....	35
Literaturhinweise.....	37
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	38

Bilder

Bild 1 – Grafische Darstellung von $B(H)$ - und $J(H)$ - Abmagnetisierungskurven und rückläufige Schleifen	20
Bild 2 – $B(H)$ - und $J(H)$ -Entmagnetisierungs- und Permanenz-Kurven	21

Tabellen

Tabelle 1 – Einteilung der hartmagnetischen Werkstoffe	8
Tabelle 2 – Magnetische Eigenschaften – Zeichen und Einheiten.....	8
Tabelle 3 – Weitere magnetische Eigenschaften – Zeichen und Einheiten	9
Tabelle 4 – Chemische Zusammensetzungen von AlNiCo-Legierungen (Massenprozent).....	11
Tabelle 5 – Chemische Zusammensetzungen von CrFeCo-Legierungen (Massenprozent)	12
Tabelle 6 – Chemische Zusammensetzungen von FeCoVCr-Legierungen (Massenprozent).....	13
Tabelle 7 – Chemische Zusammensetzungen von RECo-Legierungen (Massenprozent)	13
Tabelle 8 – Chemische Zusammensetzungen von REFeB-Legierungen (Massenprozent)	14
Tabelle 9 – Chemische Zusammensetzungen von REFeN-Legierungen für gebundene Magnete (Massenprozent).....	16
Tabelle 10 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von AlNiCo-Magneten	22
Tabelle 11 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von CrFeCo- und FeCoVCr-Magneten	23
Tabelle 12 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von RECo-Magneten	24
Tabelle 13 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von REFeB-Magneten	25
Tabelle 14 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von Hartferriten	26
Tabelle 15 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von isotropen AlNiCo-Legierungen mit organischem Binder.....	27
Tabelle 16 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von isotropen RECo-Legierungen mit organischem Binder.....	28
Tabelle 17 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von isotropen REFeB-Legierungen mit organischem Binder.....	29
Tabelle 18 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von isotropen und anisotropen Hartferriten mit organischem Binder	30

Tabelle 19 – Magnetische Eigenschaften und Dichten von isotropen REFeN-Legierungen mit organischem Binder	31
Tabelle 20 – Zulässige Maßabweichungen von Magneten aus (gegossenen oder gesinterten) AlNiCo-Legierungen	32
Tabelle 21 – Zulässige Maßabweichungen von kaltgewalztem Band aus FeCoVCr- und CrFeCo- Legierungen mit einer max. Dicke von 6 mm und einer max. Breite von 125 mm	32
Tabelle 22 – Zulässige Durchmesserabweichungen von kaltgezogenen Drähten und Stäben aus FeCoVCr- und CrFeCo-Legierungen	33
Tabelle 23 – Zulässige Maßabweichungen von Magneten aus Hartferriten	34
Tabelle A.1 – Physikalische Daten und mechanische Referenzwerte von AlNiCo-, CrFeCo-, FeCoVCr-, SmCo-, NdFeB-, Hartferrit- und SmFeN-Magneten	36

Einleitung

Diese dritte Ausgabe der Norm IEC 60404-8-1 erfasst die in letzter Zeit entwickelten anisotropen gebundenen Sm-Fe-N-Magnete sowie die hochenergetischen Ferrite mit La und Co als Substituenten, die in die Anwendung von Dauermagneten eingeführt wurden. Ferner wurden Korrekturen an der zweiten Ausgabe vorgenommen, so dass die Anpassung an IEC 60404-5 verbessert wurde. Die Quadratförmigkeit der Abmagnetisierungskurve wurde durch die Größe H_D eingeführt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60404 legt die Mindestwerte der kennzeichnenden magnetischen Eigenschaften und die zulässigen Maßabweichungen der technisch wichtigen hartmagnetischen Werkstoffe (Dauermagnete) fest.

Die in diesem Teil der IEC 60404 aufgeführten Werte der Dichte der Werkstoffe und die Bereiche ihrer chemischen Zusammensetzungen dienen nur zur Information.

ANMERKUNG Zur Information und für Vergleiche sind ferner einige physikalische Daten und mechanische Referenzwerte der magnetischen Werkstoffe in [Tabelle A.1](#) angegeben.

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* (erhältlich unter: www.electropedia.org)

IEC 60404-5, *Magnetic materials – Part 5: Permanent magnet (magnetically hard) materials – Methods of measurement of magnetic properties*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-121 [1], IEC 60050-151 [2] und IEC 60050-221 [3]¹⁾.

4 Werkstoffgruppen und ihre Anwendungen

Dauermagnetwerkstoffe, auch als hartmagnetische Werkstoffe bezeichnet, werden nach IEC 60404-1 [4] als Klasse R (hartmagnetische Legierungen), Klasse S (hartmagnetische oxidkeramische Werkstoffe) und Klasse U (gebundene Magnete) eingeteilt.

Dauermagnete haben eine Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisierung größer als 1 kA/m. Nach der Aufmagnetisierung bis zur Sättigung erzeugen sie eine materialabhängige spezifische magnetische Energie, die in statisch oder dynamisch beanspruchten Magnetkreisen technisch genutzt werden kann.

Dauermagnetwerkstoffe werden fast überall im täglichen Leben benutzt. Sie dienen zum Ankoppeln, zur Modulation oder haben Regelfunktionen in Betriebsmitteln und Einrichtungen, die auf elektromagnetischen Grundlagen basieren, zum Beispiel in Messinstrumenten, Motoren, Generatoren und Lautsprechern. Magnetwerkstoffe sind unentbehrlich in Büroeinrichtungen und Computerhardware, Automobilen einschließlich Antriebsmotoren für hybrid-elektrische Fahrzeuge (HEV) und elektrische Fahrzeuge (EV), Unterhaltungselektronik, Kommunikationstechnik, Haushaltsgeräten und medizinischen Geräten sowie im Maschinenbau für Haftmagnete, Aufspannplatten usw.

Weitere mögliche und typische Anwendungen der handelsüblichen Dauermagnetwerkstoffe sind detailliert in 3.2 (Klasse R), 3.3 (Klasse S) und in 3.5 (Klasse U) der IEC 60404-1:2000 beschrieben.

¹⁾ Nummern in eckigen Klammern verweisen auf die Literaturhinweise

5 Einteilung

5.1 Allgemeines

Gegenüber IEC 60404-8-1:2001 und IEC 60404-8-1:2001/AMD1:2004 verwendet die vorliegende revidierte Ausgabe die gleiche Einteilung der Dauermagnetwerkstoffe für technische Anwendungen. Die gebundenen REFeN-Magnete werden als U5 im ersten Teil der Kodierungsnummer neu hinzugefügt. Diese Einteilung ist in Tabelle 1 angegeben. Die Werkstoffe sind nach ihrer metallurgischen Verwandtschaft eingeteilt.

Tabelle 1 – Einteilung der hartmagnetischen Werkstoffe

Gruppe	Zusammensetzungen	Erster Teil der Kodierungsnummer IEC 60404-8-1:2015	Frühere Kodenummer IEC 60404-8-1:2001/AMD1:2004
Hartmagnetische Legierungen (R)	Aluminium-Nickel-Cobalt-Eisen-Titanium Legierungen	R1	R1
	Chrom-Eisen-Cobalt Legierungen	R6	R6
	Eisen-Cobalt-Vanadium-Chrom Legierungen	R3	R3
	Seltenerd-Cobalt Legierungen	R5	R5
	Seltenerd-Eisen-Bor Legierungen	R7	R7
Hartmagnetische keramische Werkstoffe (S)	Hartmagnetische Ferrite ($MO \cdot nFe_2O_3$; $M = Ba, Sr$ und/oder Pb , und $n = 4,5$ bis $6,5$)	S1	S1
Gebundene hartmagnetische Materialien (U)	Gebundene Aluminium-Nickel-Cobalt-Eisen-Titan-Magnete	U1	U1
	Gebundene Seltenerd-Cobalt-Magnete	U2	U2
	Gebundene Seltenerd-Eisen-Bor-Magnete	U3	U3
	Gebundene Hartferrite	U4	U4
	Gebundene Seltenerd-Eisen-Stickstoff-Magnete	U5	—

Die dauermagnetischen Werkstoffe werden anhand der in 5.2 aufgeführten kennzeichnenden magnetischen Eigenschaften in Sorten eingeteilt.

5.2 Kennzeichnende magnetische Eigenschaften

Zeichen und Einheiten der magnetischen Eigenschaften hartmagnetischer Werkstoffe sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Magnetische Eigenschaften – Zeichen und Einheiten

Magnetische Eigenschaften	Zeichen	Einheit
Höchstwert des Energieproduktes (BH)	$(BH)_{\max}$	kJ/m^3
Remanenz	B_r	mT
Koerzitivfeldstärke der magnetischen Flussdichte	H_{cB}	kA/m
Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation	H_{cJ}	kA/m

Die nach Aufmagnetisierung bis zur Sättigungspolarisation bestimmten Mindestwerte der magnetischen Eigenschaften bei Raumtemperatur sind in den [Tabellen 10 bis 19](#) angegeben.

Die angegebenen Werte magnetischer Eigenschaften gelten nur für Magnete mit einem längs der Magnetisierungsachse gleich bleibenden Querschnitt, mit einem Rauminhalt zwischen $0,125 \text{ cm}^3$ und 200 cm^3 und mit Abmessungen in den drei Raumrichtungen von jeweils mindestens 5 mm.

Bei anisotropen Werkstoffen gelten sie nur längs der Vorzugsrichtung.

Weitere Einzelheiten bezüglich der Grenzwerte der Probengröße für die Messungen sind in IEC 60404-5 zu finden.

Wenn die angeführten Abmaßebedingungen nicht erfüllt sind, können aus Gründen des Herstellungsverfahrens die Werte für die magnetischen Eigenschaften kleiner sein.

Zum Verfahren zur Messung der Koerzitivfeldstärke magnetischer Werkstoffe im offenen magnetischen Kreis siehe IEC 60404-7 [5].

5.3 Weitere magnetische Eigenschaften

Zeichen und Einheiten von weiteren magnetischen Eigenschaften hartmagnetischer Werkstoffe sind in Tabelle 3 angegeben

Tabelle 3 – Weitere magnetische Eigenschaften – Zeichen und Einheiten

Magnetische Eigenschaften	Zeichen	Einheit
Permanente Permeabilität	μ_{rec}	–
Temperaturkoeffizient der Remanenz (entspricht dem Temperaturkoeffizienten der magnetischen Sättigungspolarisation $\alpha(J_s)$)	$\alpha(B_r)$	%/°C
Temperaturkoeffizient der Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation	$\alpha(H_{cj})$	%/°C
Curie-Temperatur	T_c	°C

Bei den in den Tabellen 10 bis 19 gemachten Angaben handelt es sich um typische Mindestwerte und einige typische Werte. Die typischen Werte sind Mittelwerte aus der Literatur, dienen nur zur Information und sind nicht garantiert. Der Temperaturbereich für die angegebenen Temperaturkoeffizienten in den Tabellen reicht im Allgemeinen von 20 °C bis 100 °C; dies schließt jedoch nicht aus, dass die Werkstoffe auch außerhalb dieses Bereiches verwendet werden können.

Die magnetische Feldstärke zum Aufmagnetisieren der hartmagnetischen Werkstoffe bis zur magnetischen Sättigung ist in IEC 60404-5, IEC 60404-7 [5] und IEC/TR 62517 [6] angegeben.

6 Chemische Zusammensetzung

Zur Information sind in 12.1.1.1, 12.1.2.1, 12.1.3.1, 12.1.4.1, 12.1.5.1, 12.2.1 und 12.3.2 die Bereiche der Zusammensetzung für die verschiedenen Werkstoffgruppen angegeben.

7 Dichtewerte

Die Dichtewerte in den Tabellen 10 bis 19 dienen nur zur Information. Die Dichtewerte können zur Berechnung von Masse und Volumen verwendet werden.

8 Bezeichnung

Hartmagnetische Werkstoffe können durch Kurzzeichen und durch alphanumerische Symbole (Code-Nummern, siehe Tabellen 10 bis 19) gekennzeichnet werden. Soweit chemische Symbole in den Kurzzeichen verwendet werden, weisen sie auf die hauptsächlichen Werkstoffbestandteile hin. Im