

Dauermagnetwerkstoffe

Technische Lieferbedingungen

DIN
17 410

Materials for permanent magnets; technical conditions of delivery
Matériaux pour aimants permanents; conditions techniques de livraison

1 Geltungsbereich

Diese Lieferbedingungen erfassen die wichtigsten Werkstoffe nach Tabelle 1, die aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaften (siehe Tabellen 2 bis 9) zur Zeit für Dauermagnete verwendet werden.

2 Mitgeltende Normen

DIN 177	Stahldraht kaltgezogen, Maße, zulässige Abweichungen, Gewichte
DIN 668	Blanker Rundstahl, Maße, zulässige Abweichungen nach ISA-Toleranzfeld h11, Gewichte
DIN 1325	Magnetisches Feld, Begriffe
DIN 1544	Flachzeug aus Stahl, kaltgewalztes Band aus Stahl, Maße, zulässige Maß- und Formabweichungen
DIN 17 007 Teil 2	Werkstoffnummern, Systematik der Hauptgruppe 1: Stahl
DIN 17 007 Teil 4	Werkstoffnummern, Systematik der Hauptgruppen 2 und 3: Nichteisenmetalle
DIN 40 080 (Vornorm)	Verfahren und Tabellen für Attribut-Stichprobenprüfung
DIN 50 470	Prüfung von Dauermagnet-Werkstoffen, Bestimmung der Entmagnetisierungskurve und der permanenten Permeabilität in einem Joch; Induktives Verfahren

3 Begriffe

Dauermagnetwerkstoffe, die auch als Hart- oder Permanentmagnetwerkstoffe bezeichnet werden, haben eine Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation $>1 \text{ kA/m}$. Sie weisen nach einer Aufmagnetisierung eine hohe magnetische Energiedichte auf, die in statisch oder dynamisch beanspruchten Magnetkreisen technisch genutzt werden kann. Dauermagnetwerkstoffe werden zum Beispiel eingesetzt in Meßinstrumenten, Motoren, Generatoren, Radio- und Fernsehgeräten, besonders in Lautsprechern und Übertragungsgeräten sowie im Maschinenbau für Haftmagnete, Spannplatten und andere Verwendungszwecke.

4 Sorteneinteilung

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in dieser Norm erfaßten Werkstoffe, die nach metallischen und keramischen Dauermagnetwerkstoffen unterteilt sind.

Tabelle 1. Einteilung der Dauermagnetwerkstoffe

Gruppe	Hauptbestandteile
Metallische Dauermagnetwerkstoffe	Aluminium-Nickel-Kobalt-Eisen-Kupfer-Titan (AlNiCo)
	Platin-Kobalt (PtCo)
	Eisen-Kobalt-Vanadin-Chrom (FeCoVCr)
	Seltenerdmetall-Kobalt (SECo)
Keramische Dauermagnetwerkstoffe	Hartferrite der Zusammensetzung $\text{MeO} \cdot x\text{Fe}_2\text{O}_3$ mit $\text{Me} = \text{Ba}, \text{Sr}$ und/oder Pb und mit $x = 4,5$ bis $6,5$

5 Kennzeichnende magnetische Eigenschaften

5.1 Für die Dauermagnetwerkstoffe sind folgende magnetische Eigenschaften kennzeichnend (Begriffe siehe DIN 1325 und DIN 50 470):

- Remanenzflußdichte B_r (Einheit mT),
- Koerzitivfeldstärke der magnetischen Flußdichte $B H_c$ (Einheit kA/m),
- Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation $J H_c$ (Einheit kA/m),
- $(B \cdot H)_{\text{max}}$ -Wert (Einheit kJ/m³).

5.1.1 Die in den Tabellen 2 bis 9 angegebenen Werte für die in Abschnitt 5.1 genannten magnetischen Eigenschaften sind Mindestwerte bei Raumtemperatur. Sie gelten nur für Magnete mit längs der Magnetisierungsachse gleichbleibendem Querschnitt, mit einem Rauminhalt zwischen 1 und 200 cm³ und Abmessungen in den drei Raumrichtungen von jeweils mindestens 8 mm. Bei anisotropen Magnetwerkstoffen gelten sie nur längs einer geradlinigen Vorzugsrichtung.

Aus Herstellungsgründen können die Werte für die magnetischen Eigenschaften kleiner sein, wenn die angeführten Bedingungen nicht erfüllt sind.

5.2 Weitere magnetische Kenngrößen sind

- μ_p die relative permanente Permeabilität,
 T_c die Curietemperatur in K,
 $TK(J_s)$ der Temperaturkoeffizient der Sättigungspolarisation in %/K,
 $TK(JH_c)$ der Temperaturkoeffizient der Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation in %/K.

Bei den in dieser Norm für diese Kenngrößen angegebenen Werten handelt es sich um Richtwerte.

Fortsetzung Seite 2 bis 8
Erläuterungen Seite 3

Fachnormenausschuß für Eisen und Stahl (FES) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Nichteisenmetalle (FNNE) im DIN
Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Frühere Ausgaben:
07.53, 01.63

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

Änderung Mai 1977:
Werkstoffauswahl erweitert. Festlegungen über die Eigenschaften geändert. Inhalt vollständig überarbeitet. Siehe Erläuterungen.

6 Bezeichnungen

6.1 Die Dauermagnetwerkstoffe können durch ihre Kurznamen oder ihre Werkstoffnummern bezeichnet werden.

6.1.1 Soweit chemische Symbole in den Kurznamen der Werkstoffe verwendet werden, weisen sie auf die hauptsächlichsten Legierungsbestandteile hin. Die Zahlen im Kurznamen bezeichnen in den Stellen vor dem Schrägstrich den $(B \cdot H)_{\max}$ -Wert in kJ/m^3 und nach dem Schrägstrich ein Zehntel des JH_c -Wertes in kA/m , jeweils gerundet nach DIN 1333 Teil 2. Dauermagnete mit Bindemittel werden durch ein dem Kurznamen nachgesetztes p gekennzeichnet.

6.2 Die Werkstoffnummern sind nach DIN 17 007 Teil 2 und Teil 4 gebildet.

7 Anforderungen

7.1 Metallische Dauermagnetwerkstoffe

7.1.1 AlNiCo-Legierungen

7.1.1.1 Chemische Zusammensetzung

Richtwerte für die chemische Zusammensetzung der AlNiCo-Legierungen sind in den Tabellen 2 bis 4 angegeben. Die Werkstoffe können darüber hinaus noch Silizium oder andere Elemente enthalten.

7.1.1.2 Herstellungsverfahren

Die AlNiCo-Legierungen werden schmelz- oder pulvermetallurgisch hergestellt. Ihre magnetischen Eigenschaften können durch Erzeugung einer magnetischen Anisotropie in einer vorgegebenen Richtung durch Anlegen eines Magnetfeldes während der Wärmebehandlung verbessert werden. Beste magnetische Werte können bei Gußlegierungen durch Erzeugung einer Stengelkristallisation hergestellt werden, wobei die Magnetisierungsrichtung parallel zu den Stengelkristallen liegt.

Kunststoffgebundene Magnetlegierungen werden aus AlNiCo-Pulvern durch Mischen mit einem Bindemittel und Formgeben hergestellt. Durch Formgeben im Magnetfeld können die magnetischen Werte verbessert werden.

Hieraus ergibt sich folgende Einteilung:

isotrope Magnetlegierungen,
anisotrope Magnetlegierungen und
kunststoffgebundene Magnetlegierungen.

7.1.1.3 Magnetische Eigenschaften

Die magnetischen Eigenschaften der AlNiCo-Legierungen sind in den Tabellen 2 bis 4 angegeben (siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.2).

7.1.2 PtCo-Legierung

7.1.2.1 Chemische Zusammensetzung

Richtwerte für die chemische Zusammensetzung der PtCo-Legierung sind in Tabelle 5 angegeben.

7.1.2.2 Herstellungsverfahren

Die Legierung wird schmelz- oder pulvermetallurgisch hergestellt und kann gewalzt oder gezogen werden. Der Werkstoff ist magnetisch isotrop.

7.1.2.3 Magnetische Eigenschaften

Die magnetischen Eigenschaften der PtCo-Legierung sind in Tabelle 5 angegeben (siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.2).

7.1.3 FeCoVCr-Legierungen

7.1.3.1 Chemische Zusammensetzung

Richtwerte für die chemische Zusammensetzung der FeCoVCr-Legierungen sind in Tabelle 6 angegeben.

7.1.3.2 Herstellungsverfahren

Die Legierungen werden schmelzmetallurgisch hergestellt und zu Bändern oder Drähten warm- und kaltgewalzt oder gezogen.

7.1.3.3 Magnetische Eigenschaften

Die magnetischen Eigenschaften der FeCoVCr-Legierungen sind in Tabelle 6 angegeben (siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.2).

7.1.4 Seltenerdmetall-Kobalt-(SECo-)Legierungen

7.1.4.1 Chemische Zusammensetzung, Herstellungsverfahren

Als Beispiel für die SECo-Legierungen sei die Verbindung SmCo_5 genannt. Eine Ausführungsart ist die in Tabelle 7 aufgeführte Legierung SECo 112/100, die pulvermetallurgisch unter Einwirkung eines Magnetfeldes hergestellt wird und magnetisch anisotrop ist.

7.1.4.2 Magnetische Eigenschaften

Die magnetischen Eigenschaften der SECo-Legierung sind in Tabelle 7 angegeben (siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.2).

7.2 Keramische Dauermagnetwerkstoffe

7.2.1 Hartferrite

7.2.1.1 Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung der Hartferrite wird durch die Formel $\text{MeO} \cdot x\text{Fe}_2\text{O}_3$ mit $\text{Me} = \text{Ba}, \text{Sr}$ und/oder Pb beschrieben. Der Wert x kann im Bereich von 4,5 bis 6,5 liegen. Die magnetischen Eigenschaften können durch Zusätze verbessert werden.

7.2.1.2 Herstellungsverfahren

Zur Herstellung der Hartferrite werden die Rohstoffe gemischt und im allgemeinen zur Erzeugung der magnetischen Phase vorgesintert. Der vorgesinterte Stoff wird zerkleinert. Das Pulver wird mit Magnetfeld naß oder trocken oder ohne Magnetfeld verpreßt und anschließend gesintert. Dadurch erhält man anisotrope oder isotrope Magnete. Kunststoffgebundene Hartferrite werden aus Hartferritpulver durch Mischen mit einem Bindemittel und Formgeben hergestellt. Durch magnetisches oder mechanisches Ausrichten der Pulverteilchen können auch anisotrope Magnete hergestellt werden. Hieraus ergibt sich für die Hartferrite folgende Einteilung:

isotrope Hartferrite,
anisotrope Hartferrite,
kunststoffgebundene isotrope Hartferrite und
kunststoffgebundene anisotrope Hartferrite.

7.2.1.3 Magnetische Eigenschaften

Die magnetischen Eigenschaften der Hartferrite sind in den Tabellen 8 und 9 angegeben (siehe Abschnitte 5.1.1 und 5.2).

7.3 Wahl des Herstellungsverfahrens

Die Wahl des Herstellungsverfahrens bleibt dem Lieferer überlassen, sofern bei der Bestellung nichts anderes vereinbart wird.

7.4 Lieferzustand der Dauermagnete

Dauermagnete aus Werkstoffen nach dieser Norm werden un bearbeitet oder bearbeitet und üblicherweise nicht magnetisiert geliefert.

Eine Lieferung im bearbeiteten und/oder magnetisierten Zustand muß bei der Bestellung vereinbart werden.

8 Lieferarten, Maße, Gewichte und zulässige Abweichungen

8.1 Die Werkstoffe nach diesen Lieferbedingungen werden im allgemeinen in Form fertiger Magnete oder eingebaut in Magnetsystemen geliefert.

8.2 Die Maße für die Magnete sind bei der Bestellung zu vereinbaren.

8.3 Für die zulässigen Maßabweichungen bei gesinterten und gegossenen AlNiCo-Legierungen und bei Hartferriten gelten die Werte in den Tabellen 10 und 11. Für die gegossene PtCo-Legierung und die FeCoVCr-Legierungen gelten die Normen für Kaltbänder aus Stahl (nach DIN 1544), Stahldraht kaltgezogen (nach DIN 177) oder blanker Rundstahl (nach DIN 668). Für die kunststoffgebundenen AlNiCo-Legierungen sowie für die Seltenerdmetall-Kobalt-Legierungen müssen zulässige Maßabweichungen vereinbart werden.

8.4 Für die Gewichts- oder Volumenerrechnung sind die in den Tabellen 2 bis 9 für die Dichte angegebenen Werte zugrunde zu legen.

9 Prüfung

9.1 Prüfumfang

Der Prüfumfang ist nach DIN 40 080 (Vornorm) zu vereinbaren. Falls nichts näheres vereinbart wurde, sind für die magnetischen Eigenschaften die annehmbare Qualitätsgrenzlage (*AQL*) 1,5 und das Prüfniveau II und für die Abmessungen *AQL* 2,5 und Prüfniveau II anzuwenden.

¹⁾ Erläuterungen zu dieser Beanstandungsklausel siehe DIN-Mitt. Bd. 40 (1961), H. 2, S. 111/112.

9.2 Anzuwendende Prüfverfahren

9.2.1 Die Prüfverfahren für die Stichprobenprüfung sind zwischen Besteller und Lieferer zu vereinbaren.

9.2.2 Die magnetischen Mindestwerte werden bei Magneten mit entsprechender Form und Abmessung nach DIN 50470 geprüft. Entsprechen Form und Abmessung der Magnete nicht den Forderungen nach DIN 50470, so sind die Einzelheiten der Prüfung zwischen Besteller und Lieferer zu vereinbaren.

10 Beanstandungen¹⁾

10.1 Äußere und innere Fehler dürfen nur dann beanstandet werden, wenn sie eine dem Werkstoff und der Erzeugnisform angemessene Verarbeitung und Verwendung mehr als unerheblich beeinträchtigen.

10.2 Der Besteller muß dem Lieferwerk Gelegenheit geben, sich von der Berechtigung von Beanstandungen durch Vorlage von Belegstücken der beanstandeten Lieferung sowie des Prüfprotokolls nach DIN 40 080 (Vornorm) zu überzeugen.

Erläuterungen

Die seit Herausgabe der Fassung Januar 1963 für DIN 17 410 eingetretene Entwicklung auf dem Gebiet der Dauermagnetwerkstoffe sowie die notwendige Umstellung in den Angaben über die kennzeichnenden Eigenschaften auf Einheiten des internationalen Systems machten eine Überarbeitung der Norm erforderlich.

Die vorliegende Folgeausgabe erfaßt die derzeit am häufigsten für die Herstellung von Dauermagneten verwendeten Werkstoffe. Ihre Anzahl gegenüber der Ausgabe Januar 1963 wurde von 9 auf 26 erhöht. Bei den bisher schon erfaßten AlNiCo-Legierungen (Tabellen 2 bis 4) sowie den Hartferriten (Tabellen 8 und 9) wurde die Auswahl der Werkstoffe erweitert und um die kunststoffgebundenen Sorten ergänzt. Hinzugekommen sind die Platin-Kobalt-Legierung (Tabelle 5), die Eisen-Kobalt-Vanadin-Chrom-Legierungen (Tabelle 6) sowie die Seltenerdmetall-Kobalt-Legierung (Tabelle 7). Im Entwurf der IEC-Publikation „Classification of Magnetic Materials“ („Einteilung der magnetischen Werkstoffe“; derzeit Dokument 68 (Central Office) 7) werden diese Werkstoffe in den Abschnitten R1 bis R5 sowie S1 beschrieben.

Die Bezeichnung der Sorten erfolgt nach den Mindestwerten für $(B \cdot H)_{\max}$ sowie für die Koerzitivfeldstärke der magnetischen Polarisation (siehe Abschnitt 6.1.1). Die Folgeausgabe der Norm enthält auch Angaben über die Curietemperatur sowie die Temperaturkoeffizienten der Sättigungspolarisation und der Koerzitivfeldstärke. Ferner wurden die Festlegungen über die zulässigen Maßabweichungen in Abhängigkeit von der Herstellungsart und der Zusammensetzung der Werkstoffe erweitert (vgl. Tabellen 10 und 11).

Die Kurzzeichen für die magnetischen Eigenschaften und Kenngrößen in den Abschnitten 5.1 und 5.2 sowie den Tabellen 2 bis 9 stimmen mit DIN 1325 sowie DIN 50470 (Folgeausgabe z. Z. noch Entwurf) überein. Es ist darauf hinzuweisen, daß in einigen Fällen Unterschiede zu den in den IEC-Publikationen verwendeten Symbolen bestehen (z. B. μ_p statt μ_{rec} , H_c statt H_{cJ} und $B H_c$ statt H_{cB}). Falls die obengenannten DIN-Normen zukünftig den IEC-Dokumenten angepaßt werden sollten, wird auch DIN 17 410 in diesen Punkten zu ändern sein.

Tabelle 2. Chemische Zusammensetzung, magnetische Eigenschaften und Dichte der isotropen AlNiCo-Legierungen

Werkstoff		Chemische Zusammensetzung (Gew.-%)						Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte
								$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert	Remanenzflußdichte	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität μ_p	
Kurzname	Werkstoffnummer	Al	Co	Cu	Ni	Ti	Fe			B_r	$B H_c$		$J H_c$
		Richtwerte						mindestens		Richtwerte			
AlNiCo 9/5	1.3728	11 bis 13	bis 5	2 bis 4	21 bis 28	bis 1	Rest	9,0	550	44	47	4,0 bis 5,0	6,8
AlNiCo 12/6	1.3743	9 bis 13	12 bis 17	2 bis 6	18 bis 24	bis 1		12,0	650	54	57	4,0 bis 5,5	7,1
AlNiCo 18/9	1.3756	6 bis 8	24 bis 34	3 bis 6	13 bis 19	5 bis 9		18,0	600	80	86	3,0 bis 4,0	7,2

1) Siehe Abschnitt 5.1.1.
2) Für die im Abschnitt 5.2 erwähnten weiteren magnetischen Kenngrößen gelten folgende Richtwerte: T_c : 1030 bis 1180 K
 $TK(J_s)$: - 0,02%/K
 $TK(JH_c)$: + 0,03 bis - 0,07%/K } bei Temperaturen von 273 bis 373 K

Tabelle 3. Chemische Zusammensetzung, magnetische Eigenschaften und Dichte der anisotropen AlNiCo-Legierungen

Werkstoff		Chemische Zusammensetzung (Gew.-%)						Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte	
								$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert	Remanenzflußdichte	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität μ_p		
Kurzname	Werkstoffnummer	Al	Co	Cu	Nb	Ni	Ti			Fe	B_r		$B H_c$	$J H_c$
		Richtwerte						mindestens		Richtwerte				
AlNiCo 35/5	1.3761	8 bis 9	23 bis 26	3 bis 4	bis 1	13 bis 16	–	Rest	35,0	1120	47	48	3,0 bis 4,5	7,2
AlNiCo 44/5	1.3757	8 bis 9	23 bis 26	3 bis 4	bis 1	13 bis 16	–		44,0	1200	52	53	2,5 bis 4,0	7,2
AlNiCo 52/6	1.3759	8 bis 9	23 bis 26	3 bis 4	bis 1	13 bis 16	–		52,0	1250	55	56	1,5 bis 3,0	7,2
AlNiCo 26/6	1.3760	7 bis 9	25 bis 27	3 bis 4	bis 3	14 bis 16	bis 1		26,0	900	58	60	3,5 bis 5,0	7,2
AlNiCo 30/10	1.3758	6 bis 8	30 bis 36	3 bis 4	bis 1	13 bis 15	4 bis 6		30,0	800	100	104	2,0 bis 4,0	7,2
AlNiCo 60/11	1.3763	6 bis 8	35 bis 39	2 bis 4	bis 1	13 bis 15	4 bis 6		60,0	900	110	112	1,5 bis 2,5	7,2
AlNiCo 30/14	1.3765	6 bis 8	38 bis 42	2 bis 4	bis 1	13 bis 15	7 bis 9		30,0	680	136	144	1,5 bis 2,5	7,2

1) Siehe Abschnitt 5.1.1. 2) Richtwerte für weitere magnetische Kenngrößen siehe Tabelle 2.

Tabelle 4. Chemische Zusammensetzung, magnetische Eigenschaften und Dichte der kunststoffgebundenen isotropen AlNiCo-Legierungen

Werkstoff		Chemische Zusammensetzung (ausgenommen Bindemittel) (Gew.-%)						Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte g/cm ³
								$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert kJ/m ³	Remanenz- flußdichte B_r mT	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität μ_p	
Al	Co	Cu	Ni	Ti	Fe	der magne- tischen Flußdichte BH_c kA/m	der magne- tischen Polarisation JH_c kA/m			Richtwerte			
Kurzname	Werkstoff- nummer	Richtwerte						mindestens					Richtwerte
AlNiCo 3/5 p	1.3711	11 bis 13	bis 5	2 bis 4	21 bis 28	bis 1	Rest	3,1	280	37	46	2,0 bis 3,0	5,3
AlNiCo 5/6 p	1.3713	9 bis 13	12 bis 17	2 bis 6	18 bis 24	bis 1		5,2	320	46	56	2,0 bis 3,0	5,4
AlNiCo 7/8 p	1.3715	6 bis 8	24 bis 34	3 bis 6	13 bis 19	5 bis 9		7,0	340	72	84	2,0 bis 3,0	5,5

1) Siehe Abschnitt 5.1.1.
2) Richtwerte für weitere magnetische Kenngrößen siehe Tabelle 2.

Tabelle 5. Chemische Zusammensetzung, magnetische Eigenschaften und Dichte der PtCo-Legierung

Werkstoff		Chemische Zusammensetzung (Gew.-%)		Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte g/cm ³
				$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert kJ/m ³	Remanenz- flußdichte B_r mT	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität μ_p	
Pt	Co	der magne- tischen Flußdichte BH_c kA/m	der magne- tischen Polarisation JH_c kA/m			Richtwerte			
Kurzname	Werkstoff- nummer	Richtwerte		mindestens					Richtwerte
PtCo 60/40	2.5210	77 bis 78	22 bis 23	60,0	600	350	400	1,1	15,5

1) Siehe Abschnitt 5.1.1.
2) Für die im Abschnitt 5.2 erwähnten weiteren magnetischen Eigenschaften gelten folgende Richtwerte:

$$\left. \begin{array}{l} T_c: \quad \text{rd. 800 K} \\ TK(J_s): \quad -0,01 \text{ bis } -0,02\%/K \\ TK(JH_c): \quad -0,35\%/K \end{array} \right\} \text{ bei Temperaturen von 273 bis 373 K}$$

Tabelle 6. Chemische Zusammensetzung, magnetische Eigenschaften und Dichte der FeCoVCr-Legierungen

Werkstoff		Chemische Zusammensetzung (Gew.-%)				Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte
						$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert	Remanenzflußdichte	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität	
Co	V	Cr	Fe	B_r	der magnetischen Flußdichte			der magnetischen Polarisation	μ_p		g/cm ³
Kurzname	Werkstoffnummer	Richtwerte				mindestens		Richtwerte			
FeCoVCr 11/2	2.4570	51 bis 54	8 bis 15	bis 4	Rest	11,0	800	24	24	2,0 bis 8,0	8,2
FeCoVCr 4/1	2.4571	51 bis 54	3 bis 15	bis 6		4,0	1000	5	5	9,0 bis 25,0	8,2

1) Siehe Abschnitt 5.1.1.
 2) Für die im Abschnitt 5.2 erwähnten weiteren magnetischen Eigenschaften gelten folgende Richtwerte: T_c : rd. 1000 K
 $\frac{TK(I_s)}{TK}$: - 0,01%/K } bei Temperaturen von 273 bis 373 K
 $\frac{TK(JH_c)}{TK}$: rd. 0%/K }

Tabelle 7. Magnetische Eigenschaften und Dichte der Seltenerdmetall-Kobalt-Legierung

Werkstoff		Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte
		$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert	Remanenzflußdichte	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität	
Kurzname	Werkstoffnummer			B_r	der magnetischen Flußdichte		der magnetischen Polarisation
		kJ/m ³	mT	BH_c	JH_c	Richtwerte	
		mindestens					
SECo 112/100	2.4135	112,0	750	520	1000	1,1	8,1

1) Siehe Abschnitt 5.1.1.
 2) Für die im Abschnitt 5.2 erwähnten weiteren magnetischen Kenngrößen gelten folgende Richtwerte: T_c : rd. 1000 K
 $\frac{TK(I_s)}{TK}$: - 0,05%/K } bei Temperaturen von 273 bis 373 K
 $\frac{TK(JH_c)}{TK}$: - 0,3%/K }

Tabelle 8. Magnetische Eigenschaften und Dichte der isotropen und anisotropen Hartferrite

Werkstoff		Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte g/cm ³
		$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert kJ/m ³	Remanenz- flußdichte B_r mT	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität μ_p	
Kurzname	Werkstoff- nummer			der magne- tischen Flußdichte $B H_c$ kA/m	der magne- tischen Polarisation $J H_c$ kA/m		Richtwerte
		mindestens					
Hartferrit 7/21	(isotrop) 1.3641	6,5	190	125	210	1,2	4,9
Hartferrit 20/19	(isotrop) 1.3643	20,0	320	170	190	1,1	4,8
Hartferrit 20/28	(anisotrop) 1.3645	20,0	320	220	280	1,1	4,6
Hartferrit 24/23	(anisotrop) 1.3647	24,0	350	215	230	1,1	4,8
Hartferrit 25/14	(anisotrop) 1.3649	25,0	380	130	135	1,1	5,0
Hartferrit 25/25	(anisotrop) 1.3651	25,0	370	230	250	1,1	4,8

1) Siehe Abschnitt 5.1.1.
2) Für die im Abschnitt 5.2 erwähnten weiteren magnetischen Kenngrößen gelten folgende Richtwerte: $T_c: 723\text{ K}$
 $TK(J_s): -0,2\%/K$
 $TK(J H_c): 0,2 \text{ bis } 0,5\%/K$ } bei Temperaturen von 273 bis 373 K

Tabelle 9. Magnetische Eigenschaften und Dichte der kunststoffgebundenen isotropen und anisotropen Hartferrite

Werkstoff		Magnetische Eigenschaften ^{1), 2)}					Dichte g/cm ³
		$(B \cdot H)_{\max}$ -Wert kJ/m ³	Remanenz- flußdichte B_r mT	Koerzitivfeldstärke		Relative permanente Permeabilität μ_p	
Kurzname	Werkstoff- nummer			der magne- tischen Flußdichte $B H_c$ kA/m	der magne- tischen Polarisation $J H_c$ kA/m		Richtwerte
		mindestens					
Hartferrit 1/18 p	(isotrop) 1.3612	0,8	63	50	175	1,1	2,3
Hartferrit 3/18 p	(isotrop) 1.3614	3,2	135	85	175	1,1	3,9
Hartferrit 9/19 p	(an- isotrop) 1.3616	9,0	220	145	190	1,1	3,4

1) Siehe Abschnitt 5.1.1. 2) Richtwerte für weitere magnetische Kenngrößen siehe Tabelle 8.

Für Neuanwendung gesperrt

Tabelle 10. Zulässige Abweichungen der Rohmaße für AlNiCo-Magnete (Werte in mm)

Nennmaß		Gesinterte Legierungen mit $\leq 1\%$ Ti		Gesinterte Legierungen mit $\geq 4\%$ Ti		Gegossene Legierungen	
		senkrecht zur Preßrichtung \pm	in Preß- richtung \pm	senkrecht zur Preßrichtung \pm	in Preß- richtung \pm	Sandguß \pm	Form- maskenguß \pm
über	bis						
4	4	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30	0,20
	6	0,20	0,25	0,25	0,30	0,35	0,25
	8	0,20	0,25	0,25	0,30	0,40	0,25
	10	0,20	0,30	0,30	0,35	0,45	0,25
10	13	0,25	0,30	0,30	0,35	0,50	0,30
	16	0,25	0,35	0,35	0,45	0,50	0,30
	20	0,30	0,35	0,40	0,45	0,55	0,30
	25	0,30	0,40	0,45	0,55	0,60	0,35
25	30	0,35	0,45	0,50	0,60	0,65	0,35
	35	0,40	0,50	0,55	0,70	0,70	0,40
	40	0,45	0,55	0,65	0,75	0,75	0,40
	45	0,50	0,60	0,70	0,85	0,80	0,40
45	50	0,50	0,65	0,75	0,90	0,80	0,40
	55	0,55	0,70	0,80	1,00	0,90	0,45
	60	0,60	0,80	0,90	1,10	0,90	0,45
	70	–	–	–	–	1,00	0,50
70	80	–	–	–	–	1,00	0,55
	90	–	–	–	–	1,10	0,55
	100	–	–	–	–	1,20	0,60

Tabelle 11. Zulässige Abweichungen der Rohmaße für Hartferrit-Magnete (Werte in mm)

Nennmaß		Isotrope Hartferrite		Anisotrope Hartferrite		Kunststoffgebundene Hartferrite	
		senkrecht zur Preßrichtung \pm	in Preß- richtung \pm	senkrecht zur Preßrichtung \pm	in Preß- richtung ¹⁾ \pm	stranggepreßt, gewalzt \pm	gespritzt, gepreßt \pm
über	bis						
4	4	0,25	0,30	0,25	0,30	0,15	0,10
	6	0,25	0,30	0,25	0,30	0,15	0,10
	8	0,25	0,30	0,25	0,30	0,15	0,10
	10	0,30	0,40	0,30	0,40	0,15	0,10
10	13	0,30	0,40	0,30	0,40	0,20	0,10
	16	0,30	0,40	0,35	0,45	0,20	0,15
	20	0,30	0,40	0,45	0,55	0,25	0,15
	25	0,30	0,40	0,55	0,70	0,30	0,15
25	30	0,35	0,45	0,70	0,90	0,35	0,20
	35	0,40	0,50	0,80	1,00	0,40	0,20
	40	0,45	0,55	0,95	1,20	0,45	0,25
	45	0,50	0,60	1,10	1,35	0,50	0,25
45	50	0,60	0,80	1,20	–	0,50	0,25
	55	0,70	0,90	1,30	–	0,55	0,30
	60	0,75	1,00	1,45	–	0,60	0,30
	70	0,90	1,10	1,65	–	0,70	0,35
70	80	1,10	1,35	1,90	–	–	–
	90	1,25	1,55	2,15	–	–	–
	100	1,40	1,70	2,40	–	–	–

¹⁾ Naßgepreßte Hartferrite werden an den Polflächen grundsätzlich bearbeitet.