

Elektrobleche

Magnetische Werkstoffe für Übertrager

DIN

41 301

Flat rolled electrical steel and nickel-iron alloys; magnetic materials for audio-frequency transformers

Inhalt

	Seite		Seite
1. Geltungsbereich	1	4.6. Technologische Eigenschaften	6
2. Begriffe und Einheiten	1	4.7. Oberflächenbeschaffenheit	6
3. Sorteneinteilung und Bezeichnungen	2	4.8. Maße und zulässige Maßabweichungen	6
4. Anforderungen	2	4.9. Gewichtserrechnung und zulässige Gewichtsabweichungen	6
4.1. Herstellungsverfahren	2	5. Prüfung	6
4.2. Lieferzustand	2	6. Kennzeichnung	7
4.3. Chemische Zusammensetzung	2	7. Liefer- und Verpackungsart	7
4.4. Gewährleistete magnetische Eigenschaften	3	8. Beanstandungen	7
4.5. Nicht gewährleistete magnetische und sonstige physikalische Eigenschaften	6	Erläuterungen	9

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für die derzeit üblicherweise verwendeten magnetischen Werkstoffe mit besonderen Anforderungen an die Permeabilität bei kleinen Feldstärken, die bei der Herstellung von Übertragern der Nachrichtentechnik in Form von Blechen, Bändern, Kernblechen¹⁾ und von aus Band gewickelten Kernen (im folgenden kurz Bandkerne²⁾ genannt) verwendet werden.

2. Begriffe und Einheiten

2.1. Permeabilität im Sinne dieser Norm ist grundsätzlich die bei Wechsellagerung erhaltene relative Scheinpermeabilität nach DIN 1325, Ausgabe Januar 1967, Abschnitt 10.5. Von den dort zugelassenen Wegen der Wechsellagerung mit sinusförmigem Zeitverlauf von Induktion oder Feldstärke wird der zweite gewählt, weil er sich meßtechnisch leichter verwirklichen läßt und die Differenz gegen den ersten Weg bei den hier behandelten Abnahmemessungen im Gebiet der Anfangspermeabilität gering ist. Die Permeabilität μ wird somit bei Verwendung der in Tabelle 1 erläuterten Zeichen definiert als

$$\mu = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{B_1}{H}$$

Die Messung wird im allgemeinen an einer Spule mit einem Bandkern oder mit einem Kern aus wechselseitig geschichteten Kernblechen ausgeführt, die aus dem zu prüfenden Werkstoff bestehen. Die Permeabilität im Sinne dieser Norm ergibt sich dann näherungsweise aus den gemessenen Effektivwerten der Stromstärke I und der induzierten Spannung U gemäß der Gleichung

$$\mu = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l}{A \cdot N^2 \cdot \omega} \cdot \frac{U}{I} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{l}{A \cdot N^2} \cdot L$$

¹⁾ Kernbleche für Übertrager siehe DIN 41 302

²⁾ Diese Norm gilt nicht für Schnittbandkerne nach DIN 41 309 Blatt 1 und Blatt 10 (z. Z. noch Entwurf).

Es wird empfohlen, die Einheiten des Internationalen Einheitensystems (siehe Tabelle 1) mit $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/A m}$ nach DIN 1339 zu benutzen³⁾.

Tabelle 1. Zeichen, Größe, Einheiten

Zeichen	Größe	Einheiten im internationalen Einheitensystem
μ	Permeabilität (relative Scheinpermeabilität)	1
μ_0	Induktionskonstante	Vs/A m $= \text{Wb/A m}$ $= \text{H/m}$
$\hat{B}_1$	Scheitelwert der Grundschwingungen der Induktion	Vs/m^2 $= \text{Wb/m}^2 = \text{T}$
$\hat{H}$	Scheitelwert der sinusförmigen Feldstärke	A/m
l	magnetische Weglänge ⁴⁾	m
A	Kernquerschnitt ⁴⁾	m ²
N	Windungszahl	1
U	Effektivwert der Spannung	V
I	Effektivwert des Stromes	A
ω	Kreisfrequenz	s ⁻¹
L	Induktivität	H

2.1.1. Unter Werkstoffpermeabilität wird im folgenden die Permeabilität verstanden, die der fertig wärmebehandelte Werkstoff bei der gegebenen Blechdicke in einem ideal geschlossenen magnetischen Kreis, d. h. als Ring, haben würde.

³⁾ Für einen Vergleich der Zahlenwerte mit älteren Angaben gilt $1 \text{ Vs/m}^2 = 1 \text{ Wb/m}^2 = 10^4 \text{ G}$; $1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{ Oe}$. Siehe auch DIN 1339.

⁴⁾ Siehe Abschnitt 5.2.2.6

Fortsetzung Seite 2 bis 9
Erläuterungen Seite 9

Fachnormenausschuß für Eisen und Stahl im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Nichteisenmetalle im DNA
Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA

2.1.2. Unter Kernblechpermeabilität wird im folgenden die Permeabilität verstanden, die an einer nach den Abschnitten 5.2.2.3 und 5.2.2.4 hergestellten Probe mit nicht vollständig geschlossenem magnetischem Kreis unter den in Abschnitt 5.2.2.5 dargelegten Bedingungen ermittelt wird.

Für nach dem Schneiden wärmebehandelte Kernbleche kann die Kernblechpermeabilität aus der Werkstoffpermeabilität, den Kernblechabmessungen und der Scherungslänge errechnet werden. Die Scherungslänge ist abhängig von den Kernblechabmessungen, dem Blechabstand und der Werkstoffpermeabilität. Anmerkung hierzu siehe Seiten 8 und 9.

2.1.3. Die Bandkernpermeabilität ist die Permeabilität gewickelter fertig wärmebehandelter Bandkerne.

2.1.4. Bei allen Permeabilitätsangaben dieser Norm beziehen sich die als Index von μ erscheinenden Zahlen auf die Meßfeldstärke $\hat{H}$ in mA/cm⁵:

$$\hat{H} = \frac{\hat{B}_0}{\mu_0} = \sqrt{2} \cdot \frac{I \cdot N}{l}.$$

Beispielsweise wird μ_{16} bei einem Scheitelwert der Feldstärke $\hat{H} = 16 \text{ mA/cm} = 20 \text{ mOe}$ ermittelt.

2.2. Die Abhängigkeit der Permeabilität von der Feldstärke wird durch den Begriff Anstieg der Permeabilität gekennzeichnet. Dies ist im Sinne dieser Norm der auf die Permeabilität μ_{16} bezogene Differenzenquotient:

$$\delta_{\hat{H}} = \frac{1}{\mu_{16}} \cdot \frac{\Delta \mu}{\mu_0 \cdot \Delta \hat{H}}.$$

Der Anstieg wird angegeben in der Einheit $10^4 \text{ (Vs/m}^2\text{)}^{-1}$ und für die Bereiche

von $\hat{H} = 4$ bis 16 mA/cm als δ_4

und $\hat{H} = 16$ bis 80 mA/cm als δ_{80}

festgelegt. Er sagt aus, um wieviel sich die Permeabilität bei einer Änderung von $\hat{H}$ um 1 mA/cm bei einer linearen Abhängigkeit in dem angegebenen Bereich ändert.

Es ist $\delta_4 = 66,3 \cdot \frac{\mu_{16} - \mu_4}{\mu_{16}}$ in $10^4 \text{ (Vs/m}^2\text{)}^{-1}$

und $\delta_{80} = 12,4 \cdot \frac{\mu_{80} - \mu_{16}}{\mu_{16}}$ in $10^4 \text{ (Vs/m}^2\text{)}^{-1}$

2.3. Der Temperaturbeiwert der Permeabilität im Sinne dieser Norm ist die Änderung der Permeabilität μ_x zwischen 20 und 70°C bezogen auf die Temperaturänderung und den Wert bei 20°C .

Er wird im allgemeinen angegeben als

$$\alpha = \frac{\mu_x(70^\circ\text{C}) - \mu_x(20^\circ\text{C})}{50 \cdot \mu_x(20^\circ\text{C})} \text{ grad}^{-1}.$$

Bei den Sorten F3, E3 und E4 ist für μ_x der Wert für μ_{16} bei den übrigen Sorten der Wert für μ_{16} einzusetzen.

2.4. Der Stapelfaktor gibt das Verhältnis der Rohdichte eines gepreßten Stapels aus nicht zusätzlich isolierten Blechen zur Dichte des Werkstoffes an und dient zur Beurteilung der magnetischen Ausnutzbarkeit eines Stapels nicht zusätzlich isolierter Bleche.

2.5. Der Füllfaktor η ist der Raumanteil an magnetischem Werkstoff in einem aus isolierten oder nicht isolierten Kernblechen geschichteten und unter vorgeschriebener Belastung stehenden Paket (siehe Abschnitt 5.2.3.3).

3. Sorteneinteilung und Bezeichnungen

3.1. Die in dieser Norm erfaßten magnetischen Werkstoffe für Übertrager sowie ihre Kurznamen und Werkstoffnummern sind in Tabelle 2 aufgeführt.

3.2. Der Kurzname oder die Werkstoffnummer sind an die Bezeichnung für Erzeugnisse nach dieser Norm, deren Maße und zulässige Abweichungen in Abschnitt 4.8 festgelegt sind, anzuhängen.

3.3. Bezeichnungsbeispiele:

3.3.1. Bezeichnung eines Bleches von $0,35 \text{ mm}$ Dicke, 750 mm Breite und 1500 mm Länge aus der Werkstoffsorte mit dem Kurznamen A0 oder der Werkstoffnummer 1.3850:

Blech $0,35 \times 750 \times 1500 \text{ DIN 41 301 - A 0}$

oder

Blech $0,35 \times 750 \times 1500 \text{ DIN 41 301 - 1.3850}$

3.3.2. Bezeichnung eines Bandes von $0,35 \text{ mm}$ Dicke und 46 mm Breite in Herstelllänge aus der Werkstoffsorte mit dem Kurznamen A2 oder der Werkstoffnummer 1.3852:

Band $0,35 \times 46 \text{ DIN 41 301 - A 2}$

oder

Band $0,35 \times 46 \text{ DIN 41 301 - 1.3852}$

3.3.3. Bezeichnung eines Bandkernes von 70 mm Außendurchmesser und 40 mm Innendurchmesser aus Band von $0,10 \text{ mm}$ Dicke und 20 mm Breite der Werkstoffsorte D3 oder der Werkstoffnummer 1.3916:

Bandkern $70 \times 40 - 0,10 \times 20 \text{ DIN 41 301 - D 3}$

oder

Bandkern $70 \times 40 - 0,10 \times 20 \text{ DIN 41 301 - 1.3916}$

3.3.4. Bezeichnung eines Kernbleches siehe DIN 41 302.

3.3.5. Die Benennung „Blech“ oder „Band“ kann durch die Kurzform Bl oder Bd nach DIN 1353 ersetzt werden.

3.3.6. In Zeichnungen usw., besonders von Bandkernen, kann die Angabe der Tafelgröße bzw. Bandbreite weggelassen werden.

4. Anforderungen

4.1. Herstellungsverfahren

Das Herstellverfahren bleibt, sofern nicht anders vereinbart, dem Lieferer überlassen.

4.2. Lieferzustand

4.2.1. Bänder aus den Sorten A0, A2, A3, C2 und C5 sowie Bleche, Kernbleche und Bandkerne werden im allgemeinen im geglähten Zustand, Bänder aus den D-, E- und F-Sorten, wenn nicht anders vereinbart, im ungeglähten Zustand geliefert. Ausgenommen sind Kernbleche der Sorte A0, die ohne Schlußwärmebehandlung geliefert werden.

4.2.2. Andere Lieferzustände (z. B. verfestigt oder in Schutzträgen) sind zu vereinbaren.

4.3. Chemische Zusammensetzung

Anhaltsangaben für die chemische Zusammensetzung, die für die Abnahme nicht bindend sind, enthält Tabelle 2.

⁵⁾ Üblich sind die Meßfeldstärken 4 , 16 und 80 mA/cm . Dies entspricht den bisher benutzten Feldstärken von 5 , 20 und 100 mOe mit ausreichender Genauigkeit.

4.4. Gewährleistete magnetische Eigenschaften

4.4.1. Permeabilität

4.4.1.1. Für vom Lieferer fertig wärmebehandelte Kernbleche nach DIN 41 302 sind die bei der Messung nach Abschnitt 5.2.2 zu gewährleistenden Werte für die Kernblechpermeabilität in Tabelle 3, Spalten 7 bis 30, aufgeführt. Die Werte wurden nach Abschnitt 2.1.2 für einen Blechabstand von 0,03 mm berechnet und auf die Werte einer bestimmten Stufung gerundet.

Für nicht in DIN 41 302 enthaltene Kernblechformen kann die Kernblechpermeabilität entsprechend Abschnitt 2.1.2 ermittelt werden.

4.4.1.2. Für Bleche der Sorten A 0, A 2 und A 3, die nach den Abschnitten 5.2.2.2 und 5.2.2.3 geprüft werden, wird für Kernschnitte M 42 nach DIN 41 302 mit 0,5 mm Luftspalt als Probenform die Kernblechpermeabilität nach Tabelle 3,

Spalte 8, und für geschnittene Ringe als Probenform die Permeabilität nach Tabelle 3, Spalte 31, gewährleistet.

4.4.1.3. Für Bandkerne mit einem Außendurchmesser, der höchstens gleich dem doppelten Innendurchmesser ist, gelten die Permeabilitätswerte nach Tabelle 3, Spalte 31. Für Kerne mit größerem Durchmesser Verhältnis sind die Permeabilitätswerte bei der Bestellung zu vereinbaren.

4.4.1.4. Die zu gewährleistenden Werte für den Anstieg der Permeabilität sind in Tabelle 3, Spalten 3 und 4, aufgeführt.

4.4.1.5. Die bei den Sorten A 0, A 2, A 3, C 2 und C 5 mögliche Abnahme der Permeabilität durch Alterung darf höchstens 10 % des ursprünglichen Wertes der Permeabilität betragen (siehe Abschnitt 5.2.2.9).

Tabelle 2. Chemische Zusammensetzung, Kennfarben und physikalische Eigenschaften der magnetischen Werkstoffe für Übertrager (%-Angaben bedeuten Gew.-%)

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10
Werkstoffsorte		Chemische Zusammen- setzung	Farbkennzeichnung		Dichte (Rechen- werte) kg/dm³	Anhaltswerte				Temperatur- beiwert der Permeabilität ¹) 10 ⁻³ · grd ⁻¹
Kurz- name	Werk- stoff- nummer		Farbe	Anzahl der Farb- striche		Spe- zifischer elek- trischer Wider- stand $\Omega \cdot \text{mm}^2$ m	Statische Koerzitiv- Feld- stärke A/m	Sätti- gungs- induktion Vs/m²	Curie- Tem- peratur °C	
A 0	1.3850	Stahl mit ≈ 2,5 ²) bis 4,5 ‰ Si	—	—	7,7 ²)	0,40 ²)	100 ²)	2,03 ²)	750 ²)	+ 1
A 2	1.3852		hellgrün	2	7,63	0,55	60	2,0	750	
A 3	1.3853		hellgrün	3	7,57	0,68	35	1,92	750	
C 2	1.3856	Stahl mit ≈ 3,5 bis 4,5 ‰ Si	weiß schwarz	je 1	7,55	0,5	30	2,0 ²)	750	+ 1
C 5	1.3859		weiß	1	7,65	0,45	15	2,0 ²)	750	
D 1	1.3910	Stahl mit ≈ 36 bis 40 ‰ Ni	hellblau	1	8,15	0,75	60	1,3	250	+ 2
D 1 a	1.3915		hellblau weiß	je 1	8,15	0,75	50	1,3	250	
D 3	1.3916		hellblau schwarz	je 1	8,15	0,75	15	1,3	250	
E 3	2.4591 ³)	Ni-Fe- Legierung mit ≈ 75 ‰ Ni und weiteren Zusätzen	hellrot	1	8,6	0,5	2	0,7 bis 0,8	400	+ 2
E 4	2.4592 ⁴)		hellrot weiß	je 1	8,7	0,55	1	0,6 bis 0,8	270 bis 400	
F 3	1.3922	Ni-Fe- Legierung mit ≈ 50 ‰ Ni	gelb grün	je 1	8,25	0,45	10	1,5	470	wird noch festgelegt

1) Begriff siehe Abschnitt 2.3

2) Werte werden noch überprüft

3) Als Ausgangswerkstoffe für die Sorte E 3 kommen folgende Legierungen nach DIN 17 745 in Betracht: NiFe16CuCr (Werkstoffnummer 2.4501), NiFe16CuMo (Werkstoffnummer 2.4521) und NiFe15Mo (Werkstoffnummer 2.4541). Die Wahl des Werkstoffes bleibt dem Hersteller überlassen.

4) Als Ausgangswerkstoffe für die Sorte E 4 kommen folgende Legierungen nach DIN 17 745 in Betracht: NiFe16CuCr (Werkstoffnummer 2.4505), NiFe16CuMo (Werkstoffnummer 2.4525), NiFe15Mo (Werkstoffnummer 2.4545) und NiCu14FeMo (Werkstoffnummer 2.4405). Die Wahl des Werkstoffes bleibt dem Hersteller überlassen.