



**Magnetische Flussdichte,
Magnetische Induktion \mathbf{B}**

Einheit $\text{T}=\text{Vs}/\text{m}^2$

Die magnetische Flussdichte \mathbf{B} ist die Summe einer durch ein magnetisches Feld \mathbf{H} im magnetischen Material induzierten Polarisation \mathbf{J} und des sie erzeugenden magnetischen Feldes \mathbf{H} :

$$\mathbf{B} = \mu_0 \cdot \mathbf{H} + \mathbf{J}$$

Magnetischer Fluss Φ

Einheit $\text{Wb}=\text{Vs}$

Das über eine Fläche \mathbf{A} erstreckte Integral der magnetischen Flussdichte \mathbf{B} ist der magnetische Fluss Φ :

$$\Phi = \int_A \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

Magnetische Feldstärke \mathbf{H}

Einheit A/m

Die magnetische Feldstärke \mathbf{H} beschreibt das durch die Bewegung elektrischer Ladungen im materiefreien Raum erzeugte Magnetfeld nach Betrag und Richtung.

Magnetisierung \mathbf{M}

Einheit A/m

Die Magnetisierung \mathbf{M} ist der Beitrag des Materials zur magnetischen Flussdichte bei einer vorgegebenen magnetischen Feldstärke \mathbf{H} :

$$\mathbf{B} = \mu_0 \cdot (\mathbf{H} + \mathbf{M})$$

**Magnetic flux density,
Magnetic induction \mathbf{B}**

Unit $\text{T}=\text{Vs}/\text{m}^2$

The magnetic flux density \mathbf{B} is the sum of both the polarization \mathbf{J} induced by a magnetic field inside the magnetic material and the generating magnetic field \mathbf{H} itself:

Magnetic flux Φ

Unit $\text{Wb}=\text{Vs}$

The integral of the magnetic flux density \mathbf{B} over an area \mathbf{A} is the magnetic flux Φ :

Magnetic field strength \mathbf{H}

Unit A/m

The magnetic field strength \mathbf{H} describes the magnetic field generated by motion of electrical charges across the matter-free space according to its amount and direction.

Magnetization \mathbf{M}

Unit A/m

The magnetization \mathbf{M} is the own part of the material to magnetic flux density for a defined magnetic field strength \mathbf{H} :



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Magnetische Polarisation \mathbf{J}

Einheit **mT**

Die magnetische Polarisation \mathbf{J} ist der im magnetisierten Material induzierte Teil der magnetischen Flussdichte. Die Polarisation ist die mit der absoluten Permeabilität μ_0 multiplizierte Magnetisierung \mathbf{M} :

$$\mathbf{J} = \mu_0 \cdot \mathbf{M}$$

Magnetic polarization \mathbf{J}

Unit **mT**

The magnetic polarization \mathbf{J} is the part of the magnetic flux density that is induced within the magnetic material. The polarization is the magnetization \mathbf{M} multiplied with the magnetic constant μ_0 :

Absolute Permeabilität μ_{abs}

Einheit **H/m=Vs/Am**

Die absolute Permeabilität ist der Proportionalitätsfaktor zwischen der magnetischen Induktion \mathbf{B} und der magnetischen Feldstärke \mathbf{H} in einem homogenen isotropen Material:

$$\mathbf{B} = \mu_{\text{abs}} \cdot \mathbf{H} = \mu_r \cdot \mu_0 \cdot \mathbf{H}$$

Absolute permeability μ_{abs}

Unit **H/m=Vs/Am**

Absolute permeability is the proportional factor between the magnetic induction \mathbf{B} and the magnetic field strength \mathbf{H} in a homogeneous isotropic material:

Magnetische Feldkonstante, Induktionskonstante μ_0

Einheit **Vs/Am**

Die magnetische Feldkonstante (Induktionskonstante) ist die absolute Permeabilität μ_{abs} des materiefreien Raumes:

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{Vs/Am} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$$

Magnetic constant, Induction constant μ_0

Unit **Vs/Am**

The magnetic constant (induction constant) is the absolute permeability μ_{abs} of the matter-free space:



Hystereseschleife

$$\mathbf{B}=\mathbf{f}(\mathbf{H}), \mathbf{M}=\mathbf{f}(\mathbf{H}), \mathbf{J}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$$

Graphische oder tabellarische Darstellung der magnetischen Flussdichte \mathbf{B} (bzw. der Magnetisierung \mathbf{M} oder der magnetischen Polarisation \mathbf{J}) in Abhängigkeit von der magnetischen Feldstärke \mathbf{H} für einen geschlossenen Feldstärkezyklus. Hystereseschleifen können statisch oder dynamisch erzeugt werden.

Entmagnetisierung

Einstellung eines eindeutigen, reproduzierbaren magnetischen Ausgangszustandes durch Überführen in den entmagnetisierten (magnetisch neutralen) Zustand $\mathbf{H}=\mathbf{B}=\mathbf{0}$. Entmagnetisierung kann thermisch durch Erwärmen über die Curie-Temperatur oder dynamisch durch ein von der Sättigung linear oder exponentiell bis Null abnehmendes magnetisches Wechselfeld erfolgen.

Neukurve

Die Neukurve ist der vom magnetisch neutralen bzw. entmagnetisierten Zustand $\mathbf{H}=\mathbf{B}=\mathbf{0}$ ausgehende Teil der Hystereseschleife $\mathbf{B}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$ [bzw. $\mathbf{M}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$ oder $\mathbf{J}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$].

Hysteresis loop

$$\mathbf{B}=\mathbf{f}(\mathbf{H}), \mathbf{M}=\mathbf{f}(\mathbf{H}), \mathbf{J}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$$

Graphical or table-like representation of magnetic flux density \mathbf{B} (and magnetization \mathbf{M} or magnetic polarization \mathbf{J} , respectively) vs. magnetic field strength \mathbf{H} for a closed field strength cycle. Hysteresis loops can be generated statically or dynamically.

Demagnetization

Adjustment of an explicit, reproducible initial magnetic state via transferring into the demagnetized (magnetic neutral) state $\mathbf{H}=\mathbf{B}=\mathbf{0}$. Demagnetization can be achieved by annealing above the Curie-point or dynamically by a magnetic alternating field that decreases linearly or exponentially from the point of saturation to zero.

Initial magnetization curve

Initial magnetization curve is the limb of the hysteresis loop $\mathbf{B}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$ [and $\mathbf{M}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$ or $\mathbf{J}=\mathbf{f}(\mathbf{H})$, respectively] that starts from the neutral or demagnetized state $\mathbf{H}=\mathbf{B}=\mathbf{0}$.



Definitionen und Erläuterungen

Definitions and Explanations

Rayleigh-Bereich

Der Aussteuerungsbereich nahe dem entmagnetisierten Zustand, in dem die magnetische Flussdichte als quadratische Funktion der magnetischen Feldstärke beschrieben werden kann, wird als Rayleigh-Bereich bezeichnet.

Magnetische Sättigung

Ein magnetisches Material befindet sich in der Sättigung, wenn bei weiterer Erhöhung des angelegten magnetischen Feldes **H** die magnetische Polarisation **J** (bzw. die Magnetisierung **M**) nicht mehr steigt.

Sättigungshystereseschleife

Hystereseschleife, bei der der Maximalwert der magnetischen Feldstärke **H** das Material in die magnetische Sättigung bringt.

Sättigungsmagnetisierung M_s

Einheit **A/m**

Die höchste erreichbare Magnetisierung **M** in einem magnetischen Material bei einer gegebenen Temperatur:

$$M_s = \frac{B_s}{\mu_0} - H = \frac{J_s}{\mu_0}$$

Rayleigh region

The excitation level close to the demagnetized state, where the flux density can be described as a square function of the magnetic field strength, is called the Rayleigh region.

Magnetic saturation

A magnetic material is in the state of saturation if no further increase of magnetic polarization **J** (and magnetization **M**, respectively) is observed during further increasing of the magnetic field strength **H**.

Saturation hysteresis loop

Hysteresis loop, at which the maximum of magnetic field strength **H** causes the magnetic saturation of the material.

Saturation magnetization M_s

Unit **A/m**

The highest achievable value of magnetization **M** within a magnetic material at a defined temperature:



Spezifische

Sättigungsmagnetisierung σ

Einheit **Am²/g**

Verhältnis der Sättigungsmagnetisierung **M_s** zur Dichte **ρ** des magnetischen Materials:

Specific

saturation magnetization σ

Unit **Am²/g**

Ratio between saturation magnetization **M_s** and density **ρ** of the magnetic material:

$$\sigma = \frac{M_s}{\rho}$$

Sättigungspolarisation **J_s**

Einheit **mT**

Die höchste erreichbare magnetische Polarisation **J** in einem magnetischen Material bei einer gegebenen Temperatur.

Saturation polarization **J_s**

Unit **mT**

The highest achievable value of magnetic polarization **J** within a magnetic material at a defined temperature.

**Sättigungsflussdichte,
Sättigungsinduktion **B_s****

Einheit **mT**

Ein magnetisches Material befindet sich in der Sättigung, wenn bei weiterer Erhöhung des angelegten magnetischen Feldes **H** die magnetische Polarisation **J** nicht mehr steigt. Die Sättigungsinduktion ist die magnetische Flussdichte des Punktes, an dem die Sättigung des magnetischen Materials erreicht ist. Gemessen wird die Sättigungsflussdichte bei einer vorgegebenen, ausreichend hohen magnetischen Feldstärke.

**Saturation flux density,
saturation induction **B_s****

Unit **mT**

A magnetic material is in the state of saturation, if a continued increase of magnetic field strength **H** causes no further increase of magnetic polarization **J**. The saturation induction represents the magnetic flux density of the point where the saturation of the magnetic material is achieved. The saturation flux density is measured at a sufficiently high given magnetic field strength.



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Remanenzflussdichte, Remanenzinduktion B_r

Einheit **mT**

Magnetische Flussdichte des Punktes auf der statischen Sättigungshystereseschleife, für den die magnetische Feldstärke H Null ist.

Remanent flux density, Remanent induction B_r

Unit **mT**

Magnetic flux density of that point on the static saturation hysteresis loop where the magnetic field strength H is zero.

Koerzitivfeldstärke H_C

Einheit **A/m**

Die Koerzitivfeldstärke ist die magnetische Feldstärke des Punktes auf der statischen Sättigungshystereseschleife, für den die magnetische Flussdichte B Null ist. Für Werkstoffe mit hoher Anfangspermeabilität ist der Unterschied zwischen der Flussdichte-Koerzitivfeldstärke H_{CB} und der Polarisations-Koerzitivfeldstärke H_{CJ} vernachlässigbar.

Coercive field strength H_C

Unit **A/m**

The coercive field strength is the magnetic field strength of that point on the static saturation hysteresis loop where the magnetic flux density B is zero. The differences between the coercive field strength related to flux density H_{CB} and the coercive field strength related to polarization H_{CJ} are negligible in the case of materials with high initial permeability.

Induktivität L

Einheit **H=Wb/A**

Proportionalitätsfaktor zwischen dem im Kreis fließenden Strom I und dem von ihm erzeugten, verketteten magnetischen Fluss ψ :

Inductivity L

Unit **H=Wb/A**

Factor of proportionality between the current and the generated interlinked magnetic flux ψ :

$$\Psi = N \cdot \Phi = L \cdot I$$



Induktivitätsfaktor A_L

Einheit **nH**

Der Induktivitätsfaktor ist das Verhältnis der im Rayleigh-Bereich bestimmten Induktivität L einer Spule mit einem weichmagnetischen Kern (mit und ohne Luftspalt in einem geschlossenen magnetischen Weg) zum Quadrat der Windungszahl N der Spule. Der Induktivitätsfaktor ermöglicht die Bestimmung der Windungszahl einer Spule für eine gewünschte Induktivität:

$$A_L = \frac{L}{N^2}$$

Der Induktivitätsfaktor A_L ist der magnetische Leitwert eines Kernes mit der effektiven Permeabilität μ_e :

$$A_L = \frac{\mu_o \cdot \mu_e}{\sum \frac{l}{A}}$$

Induktivität der Reihen- (Parallel-) Ersatzschaltung L_s (L_p)

Einheit **H**

Induktivität einer Spule mit magnetischem Kern in der Reihen-(s) oder Parallelersatzschaltung (p).

Inductance factor A_L

Unit **nH**

The inductance factor represents the ratio of the inductance L (determined in the Rayleigh region) of a coil with a soft magnetic core (with or without air gap in a closed magnetic path) and the square of the number of turn N of the coil. The inductance factor enables the determination of the number of turns of a coil for a desired inductance:

The inductance factor A_L is the value of the magnetic conductance of a core with the effective permeability μ_e :

Inductivity of the series (parallel) substitute circuit L_s (L_p)

Unit **H**

Inductance of a coil with a magnetic core in series (s) or parallel (p) substitute circuit.



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Wirkwiderstand der Reihen- (Parallel-) Ersatzschaltung R_s (R_p)

Einheit Ω

Wirkwiderstand einer Spule mit magnetischem Kern in der Reihen-(s) oder Parallelersatzschaltung (p).

Umrechnung einer Parallelersatzschaltung in die äquivalente Reihenersatzschaltung

Effective resistance of the series (parallel) substitute circuit R_s (R_p)

Unit Ω

Effective resistance of a coil with a magnetic core in series (s) or parallel (p) equivalent circuit.

Conversion of a parallel substitute circuitry into the equivalent series substitute circuitry

$$L_s = \frac{1}{\omega^2 \cdot C_p \cdot \left(1 + \frac{1}{Q^2}\right)}$$

$$R_s = \frac{1}{G_p \cdot (1 + Q^2)}$$

$$\text{mit (with) } G_p = \frac{1}{R_p} \quad \text{und (and) } Q = \frac{\omega \cdot C_p}{G_p}$$

(Relative) Permeabilität, Permeabilitätszahl μ_r

Einheit 1

Die relative Permeabilität ist das Verhältnis der absoluten Permeabilität μ_{abs} zur magnetischen Feldkonstanten μ_0 :

(Relative) permeability, permeability number μ_r

Unit 1

The relative permeability is the ratio of absolute permeability μ_{abs} and the magnetic constant μ_0 :

$$\mu_r = \frac{\mu_{\text{abs}}}{\mu_0}$$



(Relative) Komplexe Permeabilität $\vec{\mu}$

Einheit **1**

Komplexer Quotient, berechnet aus dem Vektor der sinusförmigen magnetischen Flussdichte \vec{B} , geteilt durch den Vektor der Grundschiwingung des magnetischen Feldes \vec{H} im magnetischen Material:

$$\vec{\mu} = \frac{\vec{B}}{\vec{H}} = \mu_s' - j \cdot \mu_s''$$

$$j = \sqrt{-1}$$

$$\vec{\mu} = \frac{L_s}{L_0} - j \cdot \frac{R_s}{\omega \cdot L_0}$$

L_0 ist die Induktivität der Spule ohne magnetischen Kern.

Complex permeability $\vec{\mu}$

Unit **1**

Complex quotient calculated from the vector of the sinusoidal magnetic flux density \vec{B} , divided by the vector of the basic oscillation of the magnetic field \vec{H} in the magnetic material:

L_0 is the inductivity of the coil without magnetic core.

$$\frac{1}{\vec{\mu}} = \frac{1}{\mu_p'} - \frac{1}{j \cdot \mu_p''}$$

Permeabilitäts-Verlustzahl μ''

Einheit **1**

Negativer imaginärer Teil der (relativen) komplexen Permeabilität. Die Permeabilitäts-Verlustzahl μ'' wird im Rayleigh-Bereich gemessen.

Magnetic loss index μ''

Unit **1**

Negative imaginary part of the complex (relative) permeability. The magnetic loss index μ'' is measured in the Rayleigh-region.



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

(Relative) Anfangspermeabilität μ_i

Einheit 1

Die Anfangspermeabilität ist der Grenzwert der relativen Permeabilität μ_r für \mathbf{H} gegen Null:

$$\mu_i = \frac{1}{\mu_0} \cdot \lim_{H \rightarrow 0} \frac{B}{H}$$

Sie wird am Ringkern als Reiheninduktivitätspermeabilität bei geringer Flussdichte (Rayleigh-Bereich) bestimmt:

(Relative) Initial permeability μ_i

Unit 1

The initial permeability represents the limit value of the relative permeability μ_r when \mathbf{H} goes towards zero:

It is determined at a ring core within the Rayleigh-region as series inductance permeability:

$$\mu_i = \frac{L_s}{\mu_0 \cdot N^2} \cdot \sum \frac{l}{A}$$

(Relative) Amplitudenpermeabilität

μ_a

Einheit 1

Die Amplitudenpermeabilität wird berechnet aus den Scheitelwerten der sinusförmigen magnetischen Flussdichte \mathbf{B} und der magnetische Feldstärke \mathbf{H} bei symmetrischer Aussteuerung außerhalb des Rayleigh-Bereiches:

$$\mu_a = \frac{\widehat{B}}{\mu_0 \cdot \widehat{H}}$$

(Relative) Amplitude permeability

μ_a

Unit 1

The amplitude permeability is calculated from the peak values of the sinusoidal magnetic flux density \mathbf{B} and the magnetic field strength \mathbf{H} at symmetric excitation beyond the Rayleigh-region:

Maximalpermeabilität μ_{\max}

Einheit 1

Die höchste Amplitudenpermeabilität bei veränderter Amplitude der magnetischen Feldstärke \mathbf{H} .

Maximum permeability μ_{\max}

Unit 1

The highest amplitude permeability at changed value of amplitude for magnetic field strength \mathbf{H} .



(Relative) Überlagerungspermeabilität

μ_{Δ}
Einheit 1

Permeabilität der Überlagerung einer reversiblen Schleife über ein gegebenes Gleichfeld:

$$\mu_{\Delta} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \left(\frac{\Delta B_{\sim}}{\Delta H_{\sim}} \right)_{H_{\sim}}$$

Der Grenzwert der Überlagerungspermeabilität für $H = 0$ ist die relative reversible Permeabilität μ_{rev} .

$$\mu_{rev} = \frac{1}{\mu_0} \cdot \lim_{H_{\sim} \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta B_{\sim}}{\Delta H_{\sim}} \right)_{H_{\sim}}$$

Scheinpermeabilität μ_{app}

Einheit 1

Die Scheinpermeabilität ist das Verhältnis der Induktivität einer Spule mit einem in definierter Lage befindlichen weichmagnetischen Kern mit offenem magnetischen Weg zur Induktivität der Spule ohne weichmagnetischen Kern (Leerinduktivität) L_0 :

$$\mu_{app} = \frac{L}{L_0}$$

μ_{app} ist stark von der Form des magnetischen Kernes, der Form der Spule und der Lage des Kernes bezogen auf die Spule abhängig.

(Relative) Incremental permeability

μ_{Δ}
Unit 1

Permeability as a result of superposition of reversible loop with a given DC field:

The limit value of incremental permeability at $H = 0$ represents the relative reversible permeability μ_{rev} .

Apparent permeability μ_{app}

Unit 1

The apparent permeability represents the ratio of the inductance of a coil with a soft magnetic core (situated in a specified position) with an open magnetic path, to the inductance of the coil without a soft magnetic core (empty inductance) L_0 :

μ_{app} depends on the shape of the magnetic core, the shape of the coil and on the positional arrangement of core and coil.



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Desakkommodationskoeffizient D

Einheit 1

Durch eine magnetische, thermische oder mechanische Störung erhöht sich die Permeabilität eines ferrimagnetischen Materials plötzlich. Die auf die Störung folgende langsame zeitliche Abnahme der Permeabilität bezeichnet man als Desakkommodation. Der Desakkommodationskoeffizient ist die relative Abnahme der Anfangspermeabilität μ_i eines weichmagnetischen Materials bei konstanter Temperatur nach einer Entmagnetisierung, geteilt durch den dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der beiden Messzeiten t_1 und t_2 nach der Entmagnetisierung:

$$D = \frac{\mu_i(t_1) - \mu_i(t_2)}{\mu_i(t_1) \cdot \log_{10} \frac{t_1}{t_2}}$$

Für Messungen wird die Desakkommodation durch eine Entmagnetisierung mit einem abnehmenden Wechselfeld niedriger Frequenz angeregt.

Disaccommodation D

Unit 1

The permeability of a ferrimagnetic material increases suddenly due to magnetic, thermal or mechanical disturbances. The slow decrease of permeability following the disturbance, is called disaccommodation.

The disaccommodation coefficient represents the relative decrease of the initial permeability μ_i of a soft magnetic material at a constant temperature after demagnetization divided by the common logarithm of the ratio of measuring time t_1 to measuring time t_2 after demagnetization:

For measurements the disaccommodation is generated by demagnetization due to a decreasing AC field with low frequency.



Desakkommodationsfaktor D_F

Einheit **1**

Der Desakkommodationsfaktor ist das Verhältnis des Desakkommodationskoeffizienten D zur Anfangspermeabilität μ_i bei der Messzeit t_1 . (Er ist weitgehend unabhängig von Luftspalten im weichmagnetischen Kern):

$$D_F = \frac{D}{\mu_i(t_1)} = \frac{D}{\mu_i} = \frac{D}{\mu_e}$$

Temperaturkoeffizient der Permeabilität α_μ

Einheit **1/K**

Der Temperaturkoeffizient der Permeabilität ist die relative Änderung der Permeabilität infolge einer Temperaturänderung, geteilt durch die Differenz der Messtemperaturen:

$$\alpha_\mu = \frac{\mu(T_2) - \mu(T_1)}{\mu(T_1) \cdot (T_2 - T_1)}$$

Temperaturfaktor der Permeabilität α_F

Einheit **1/K**

Der Temperaturfaktor der Permeabilität ist das Verhältnis des Temperaturkoeffizienten der Permeabilität α_μ zur Permeabilität bei der Temperatur T_1 . (Er ist weitgehend unabhängig von Luftspalten im weichmagnetischen Kern):

$$\alpha_F = \frac{\alpha_\mu}{\mu(T_1)} = \frac{\alpha_{\mu_i}}{\mu_i} = \frac{\alpha_{\mu_e}}{\mu_e}$$

Disaccommodation factor D_F

Unit **1**

The disaccommodation factor is the ratio of the disaccommodation coefficient D to the initial permeability μ_i at the measuring time t_1 . (It is nearly independent of air gaps in the soft magnetic core.):

Temperature coefficient of permeability α_μ

Unit **1/K**

The temperature coefficient of permeability represents the relative change in permeability owing to a change of temperature divided by the difference of the measuring temperatures:

Temperature factor of permeability α_F

Unit **1/K**

The temperature factor of permeability represents the ratio of the temperature coefficient of permeability α_μ , to permeability at the temperature T_1 . (It is nearly independent of air gaps in the soft magnetic core):



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Curie-Temperatur T_c

Einheit °C

Die Curie-Temperatur ist die Temperatur, bei der die spontane Magnetisierung verschwindet und das vorher ferri-magnetische Material paramagnetisch wird. Als Curie-Temperatur geben wir die Temperatur an, bei der die Anfangspermeabilität des Materials auf 10 % der Anfangspermeabilität bei 25 °C gefallen ist.

Nach Unterschreitung der Curie-Temperatur befindet sich das Material im magnetisch neutralen Zustand $\mathbf{H}=\mathbf{B}=\mathbf{0}$ und es setzt eine Desakkommodation ein.

Magnetischer Querschnitt A

Einheit mm^2

Der Querschnitt senkrecht zur Flussrichtung, in dem der magnetische Fluss gleichmäßig verteilt ist.

Magnetische Weglänge l

Einheit mm

Die Weglänge oder die Länge eines Elementes des magnetischen Weges, der ein konstanter Querschnitt \mathbf{A} zugeordnet

Curie temperature T_c

Unit °C

The Curie temperature is the temperature at which spontaneous magnetization disappears and the previously ferrimagnetic material becomes paramagnetic. We declare the temperature at which the initial permeability of the material has dropped to 10 % of the initial permeability at 25 °C as Curie temperature.

If the temperature is below the Curie temperature again the material is in the magnetic neutral state $\mathbf{H}=\mathbf{B}=\mathbf{0}$ and disaccommodation is starting.

Magnetic cross sectional area A

Unit mm^2

Cross sectional area perpendicular to flux direction which the magnetic flux is uniformly distributed in.

Magnetic path length l

Unit mm

The magnetic path length or the length of an element of the magnetic path which a constant cross section \mathbf{A} is assigned to.



Effektive magnetische Formkenngrößen

Die effektiven magnetischen Formkenngrößen sind geometrische Kenngrößen eines hypothetischen idealen Ringkernes (Toroids), durch den der gegebene Kern unter der Voraussetzung gleicher magnetischer Eigenschaften ersetzt werden kann. Berechnung nach DIN EN 60205.

Formfaktor C_1 (Parameter der Kerninduktivität)

Einheit mm^{-1}

Der Formfaktor C_1 ist die Summe aller Quotienten, berechnet aus den magnetischen Weglängen l_i in einem geschlossenen magnetischen Weg, geteilt durch ihre zugehörigen magnetischen Querschnitte A_i des für die Berechnung in geeignete Elemente aufgeteilten magnetischen Weges in einem Kern bekannter Geometrie:

$$C_1 = \sum_i \frac{l_i}{A_i}$$

[kurz (short) $\sum \frac{l}{A}$ genannt (called)]

Effective magnetic core factors

The effective magnetic core factors are geometric parameters of a hypothetical ideal ring core (toroid) by which the real core can be replaced under conditions of equal magnetic characteristics. Calculation according to DIN EN 60205.

Core factor C_1 (core inductance parameter)

Unit mm^{-1}

The core factor C_1 is the sum of all quotients calculated along the elements of the magnetic path lengths l_i in a closed magnetic path, divided by their related magnetic cross sectional areas A_i for the magnetic path that is split up into appropriate elements for a core with defined geometry:



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Formfaktor C2 (Parameter der Kernhysterese)

Einheit mm^{-3}

Summe der Quotienten, berechnet aus den magnetischen Weglängen l_i geteilt durch die Quadrate der zugehörigen magnetischen Querschnitte A_i des für die Berechnung in geeignete Elemente aufgeteilten magnetischen Weges in einem Kern mit bekannter Geometrie:

$$C_2 = \sum_i \frac{l_i}{A_i^2}$$

Effektiver magnetischer Querschnitt A_e

Einheit mm^2

Querschnitt eines hypothetischen Ringkernes, der magnetisch dem gegebenen Kern entspricht:

$$A_e = \frac{C_1}{C_2}$$

Der effektive magnetische Querschnitt dient der Berechnung der sinusförmigen magnetischen Flussdichte \mathbf{B} im magnetischen Kern:

$$\hat{B} = \frac{\hat{U}}{\omega \cdot N \cdot A_e}$$

Kleinster magnetischer Querschnitt A_{\min}

Einheit mm^2

Kleinster magnetischer Querschnitt entlang des magnetischen Weges in einem Kern oder Kernpaar.

Core factor C2 (core hysteresis parameter)

Unit mm^{-3}

Sum of quotients calculated via division of magnetic path lengths l_i by the squared corresponding magnetic cross sections A_i of the magnetic path that is split up into appropriate elements for a core with defined geometry:

Effektive magnetic cross sectional area A_e

Unit mm^2

Cross sectional area of a hypothetical core that corresponds to the real core:

The effective magnetic cross sectional area is used as a basis for calculation of sinusoidal magnetic flux density \mathbf{B} within the magnetic core:

Minimum core cross sectional area A_{\min}

Unit mm^2

Minimum magnetic cross sectional area along the magnetic path in a core or core pair.



Effektive magnetische Weglänge l_e

Einheit **mm**

Länge des magnetischen Weges eines hypothetischen Ringkernes, der magnetisch dem gegebenen Kern entspricht:

$$l_e = \frac{C_1^2}{C_2}$$

Die effektive magnetische Weglänge l_e dient der Berechnung der magnetischen Feldstärke H in einem weichmagnetischen Kern ohne Luftspalt:

$$\hat{H} = \frac{N \cdot \hat{I}}{l_e}$$

Luftspalt

Einheit **mm**

Luftspalt im Verlauf des magnetischen Weges zur Einstellung von definierten Eigenschaften des magnetischen Kreises.

Effektives magnetisches Volumen V_e

Einheit **mm³**

Das magnetische Volumen eines hypothetischen Ringkernes, der magnetisch dem gegebenen Kern entspricht:

$$V_e = \frac{C_1^3}{C_2^2} = l_e \cdot A_e$$

Effective magnetic path length l_e

Unit **mm**

Magnetic path length of a hypothetic toroid that corresponds to the real core:

The effective magnetic path length l_e is used for the calculation of the magnetic field strength H in a soft magnetic core without air gap:

Air gap

Unit **mm**

Short non magnetic gap in the magnetic circuit to adjust defined properties of the circuit.

Effective magnetic volume V_e

Unit **mm³**

The magnetic volume of a hypothetic toroid that corresponds in terms of magnetism to the real core:



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

(Relative) Effektive Permeabilität μ_e

Einheit 1

Permeabilität eines magnetischen Kernes, der aus verschiedenen bzw. inhomogenen magnetischen Materialien besteht und Luftspalte enthalten kann.

Der magnetische Kreis des Kernes ist aus den Weglängen l_i der Elemente des magnetischen Kreises und ihrer zugehörigen magnetischen Querschnitte A_i mit den Anfangspermeabilitäten μ_i zusammengesetzt:

$$\mu_e = \frac{\sum_i \frac{l_i}{A_i}}{\sum_i \frac{l_i}{(\mu_i)_i \cdot A_i}}$$

Die effektive Permeabilität ist die Permeabilität eines hypothetischen Ringkernes, der magnetisch dem gegebenen inhomogenen magnetischen Kern entspricht:

$$\mu_e = \frac{L_s}{\mu_0 \cdot N^2} \cdot \sum \frac{l}{A}$$

(Relative) Effective permeability μ_e

Unit 1

Permeability of a magnetic core that is composed of different or inhomogeneous magnetic materials and can contain air gaps. The magnetic circle of the core consists of path lengths l_i of the magnetic circle elements and the corresponding magnetic cross sections A_i with initial permeabilities μ_i :

The effective permeability represents the permeability of a hypothetic toroid that corresponds in terms of magnetism to the real inhomogeneous magnetic core:



Verlustwinkel eines magnetischen Materials δ

Einheit **rad**

Der Verlustwinkel eines magnetischen Materials ist die vom verlustfreien Zustand (Phasenwinkel $\varphi = 90^\circ$) abweichende Phasenverschiebung zwischen den Grundsicherungen der magnetischen Feldstärke **H** und der magnetischen Induktion **B**.

δ wird aufgeteilt in den durch die magnetische Hysterese verursachten Verlustwinkel δ_h , in den durch Wirbelströme verursachten Verlustwinkel δ_F und in den durch Restverluste verursachten Verlustwinkel δ_r . Restverluste sind die Differenz zwischen den bei einem zeitabhängig veränderten Magnetfeld in Wärme umgesetzten Gesamtverlusten und der Summe aus Hysterese- und Wirbelstromverlusten.

Loss angle of a magnetic material δ

Unit **rad**

The loss angle of a soft magnetic material represents the phase shift deviating from the lossless state (phase angle $\varphi = 90^\circ$) between the basic oscillation of the magnetic field strength **H** and the magnetic induction **B**.

δ can be divided into the loss angle caused by magnetic hysteresis δ_h , into the loss angle caused by eddy currents δ_F and into the loss angle caused by residual losses δ_r . Residual losses constitute the difference between thermally transformed total losses at time dependent altered magnetic field and the sum of hysteresis and eddy current losses.



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Tangens des Verlustwinkels $\tan \delta$

Einheit 1

Wirkwiderstand des magnetischen Kernes R_K geteilt durch den Blindwiderstand ωL_S bei geringer Flussdichte (Rayleigh-Bereich). Der Wirkwiderstand R_K ergibt sich aus der Subtraktion des Gleichstromwiderstandes der Spule R_{Cu} vom Wirkwiderstand R_S . Wirbelstrom- und Kapazitätsverluste müssen vernachlässigbar sein:

$$\tan \delta = \frac{R_K}{\omega \cdot L_S} = \frac{R_S - R_{Cu}}{\omega \cdot L_S}$$

$$\tan \delta = \frac{\mu''_S}{\mu'_S} = \frac{\mu'_p}{\mu''_p}$$

(Bezogener) Verlustfaktor $\tan \delta/\mu_i$

Einheit 1

Der Verlustfaktor $\tan \delta/\mu_i$ ist der auf die Anfangspermeabilität μ_i bezogene Tangens des Verlustwinkels eines weichmagnetischen Materials. Er ist weitgehend unabhängig von Luftspalten im weichmagnetischen Kern:

$$\frac{\tan \delta}{\mu_i} = \frac{(\tan \delta)_e}{\mu_e}$$

Tangent of the loss angle $\tan \delta$

Unit 1

The effective resistance of the magnetic core R_K divided by the reactance ωL_S at low flux density (Rayleigh region). The effective resistance R_K results from the subtraction of the DC resistance of the coil R_{Cu} from the effective resistance R_S . Eddy-current and capacity losses have to be neglectable:

(Relative) loss factor $\tan \delta/\mu_i$

Unit 1

The loss factor $\tan \delta/\mu_i$ represents the tangent of the loss angle of a soft magnetic material divided by its initial permeability μ_i . It is largely independent of air gaps in the soft magnetic core:



Hysteresematerialkonstante η_B

Einheit $1/\text{mT}$

Die Hysteresematerialkonstante ist der Hystereseverlustfaktor eines weichmagnetischen Materials bei geringer Flussdichte (Rayleigh-Bereich), geteilt durch den Scheitelwert der magnetischen Flussdichte \hat{B} :

$$\eta_B = \frac{\tan \delta_h}{\mu_i \cdot \hat{B}}$$

Die Eliminierung der Wirbelstrom- und Restverluste erfolgt durch Messung bei zwei unterschiedlichen Aussteuerungen \hat{B}_1 und \hat{B}_2 :

$$\eta_B = \frac{R_s(\hat{B}_2) - R_s(\hat{B}_1)}{\mu_i \cdot \omega \cdot L_s(\hat{B}_1) \cdot (\hat{B}_2 - \hat{B}_1)}$$

Magnetischer Widerstand R_m

Einheit A/V_s

Der magnetische Widerstand R_m ermittelt sich aus der magnetischen Umlaufspannung F_m , geteilt durch den magnetischen Fluss Φ :

$$R_m = \frac{F_m}{\Phi} = \frac{1}{\mu_r \cdot \mu_0} \cdot \frac{l}{A}$$

Der magnetische Widerstand dient der Berechnung magnetischer Kreise mit Hilfe der Kirchhoffschen Regeln:

$$L = \frac{N^2}{\sum R_m}$$

Hysteresis material constant η_B

Unit $1/\text{mT}$

The hysteresis material constant is the hysteresis loss factor of a soft magnetic material at a low flux density (Rayleigh region), divided by the peak value of the magnetic flux density \hat{B} :

The elimination of eddy-current and residual losses can be done by measurements at two different excitation levels \hat{B}_1 and \hat{B}_2 :

Magnetic reluctance R_m

Unit A/V_s

The magnetic reluctance R_m is the magnetomotive force F_m divided by the associated flux Φ :

The magnetic reluctance is used for calculation of magnetic circuits by means of Kirchhoff's rules:



Definitionen und Erläuterungen Definitions and Explanations

Gütefaktor Q

Einheit **1**

Der Gütefaktor ist das Verhältnis des Blindwiderstandes zum Wirkwiderstand einer Spule mit einem magnetischen Kern. Der Gütefaktor wird für eine definierte Spule mit einem in definierter Lage befindlichen magnetischen Kern angegeben:

$$Q = \frac{\omega \cdot L_s}{R_s} = \frac{R_p}{\omega \cdot L_p}$$

Verlustleistung P

Einheit **W**

Die Verlustleistung ist die in einem weichmagnetischen Kern bei hoher magnetischer Flussdichte in Wärme umgewandelte Leistung.

Verlustleistungsdichte (Volumen) P_v

Einheit **mW/cm³**

Die Verlustleistungsdichte (Volumen) P_v ist die auf das effektive Volumen V_e des weichmagnetischen Kernes bezogene Verlustleistung **P**:

$$P_v = \frac{P}{V_e}$$

Quality factor Q

Unit **1**

The quality factor is the ratio between the reactance to the resistance of a coil with magnetic core. The quality factor is indicated for a defined coil with a magnetic core that is located in defined position:

Power loss P

Unit **W**

The power transformed into heat at high magnetic flux density in a soft magnetic core is called power loss.

Power loss (volume) density P_v

Unit **mW/cm³**

The power loss density P_v represents the power loss **P** divided by the effective volume V_e of a soft magnetic core:



Verlustleistungsdichte (Masse) P_m

Einheit **mW/g**

Die Verlustleistungsdichte (Masse) P_m ist die auf die Masse m des magnetischen Kernes bezogene Verlustleistung P :

$$P_m = \frac{P}{m}$$

Magnetische Anisotropie

Eine magnetische Anisotropie liegt vor, wenn die magnetischen Kenngrößen in einem Material in unterschiedlichen Richtungen unterschiedliche Werte aufweisen. Bei Vorliegen einer magnetischen Anisotropie sind auch andere physikalische Kennwerte anisotrop. Magnetisches Material, das keine nachweisbare magnetische Anisotropie aufweist, wird magnetisch isotrop genannt.

Magnetostriktion

Die Magnetostriktion ist eine elastische Formänderung eines magnetischen Materials oder Kernes in Abhängigkeit von der Magnetisierung.

Performance Faktor PF

Der Performance Faktor ist definiert als das Produkt aus Frequenz und Spitzenwert der Flussdichte bei festgelegten spezifischen Verlusten (üblicherweise 300 mW/cm³).

Power loss (mass) density P_m

Unit **mW/g**

The power loss (mass) density P_m is the power loss P related to mass m of a soft magnetic core:

Magnetic anisotropy

Magnetic anisotropy exists if the magnetic parameters of the material show different values as a function of observing direction within the material. The magnetic anisotropy is often accompanied by the anisotropy of other physical parameters. Magnetic material without detectable magnetic anisotropy is termed as magnetic isotropic.

Magnetostriction

The magnetostriction is an elastic shape modification of a magnetic material or core depending on the magnetization.

Performance factor PF

The performance factor is defined as the product of frequency times peak value of the flux density at fixed specific losses (usually 300 mW/cm³).

$$PF = f \cdot \hat{B}_{\max}$$