

ABC DER MAGNETTECHNIK

Alnico: Magnetlegierung aus Aluminium, Nickel, Kobalt, Eisen und Zusätzen, durch Giessen oder Sintern hergestellt und nur durch Schleifen zu bearbeiten.

Alterung: Zeitliche Änderung der magnetischen Eigenschaften, besonders der scheinbaren Remanenz eines Dauermagneten, kann durch künstliche Alterung herabgesetzt bzw. vorweggenommen werden (magnetisch, thermisch, mechanisch).

Anisotropie: (Ungleichheit) Dies bedeutet, dass bestimmte physikalische Grössen in verschiedenen Richtungen verschiedene Werte haben. Bei anisotropen Hartferrit-Magneten wird das Magnetpulver während des Pressvorgangs in einem starken Magnetfeld ausgerichtet. In der Richtung dieses Magnetfeldes ergeben sich höhere magnetische Werte als quer dazu.

Arbeitspunkt: Derjenige Punkt auf der Entmagnetisierungskurve, dessen zugeordnete B und H-Werte für die Berechnung massgebend sind. Grundsätzlich gilt: Je grösser die Länge des Magneten in der Magnetisierungsrichtung ist, umso höher liegt der Arbeitspunkt. Im geschlossenen magnetischen Kreis, bei dem kein Feld austritt, wäre der Arbeitspunkt auf der B-Achse. Der B-Wert entspricht dann dem Br-Wert (Remanenz).

Arbeitsvermögen: Maximale in mechanische Arbeit umwandelbare magnetische Energie pro cm^3 Magnetvolumen.

A/m = Ampere pro m: Einheit der magnetischen Feldstärke; $1\text{A/m} = 0,01\text{ A/cm}$, $\text{A/cm} = (= 0.01256\text{ Oersted})$.

B = Flussdichte, Induktion; Einheit 1 Tesla = $1\text{ Vs/m}^2 (= 10^4)$ Gauss.

Barium: Chemisches Element der Gruppe (Erdalkalien). Wichtigstes Material ist der Schwerspat. Es wird bei der Magnetproduktion in Form von Bariumkarbonat dem Eisenoxyd zugesetzt und ergibt beim Vorsintern die Verbindung $\text{Ba Fe}_{12}\text{-O}_{19}$ Bariumferrit.

B(H(-Kurve: welche die Abhängigkeit der Flussdichte B von der Feldstärke H darstellt

B x H: Produkt aus der jeweiligen Flussdichte B und der Feldstärke H im Inneren eines Magnets

$(B \cdot H)_{\max}$ · Wert: Grösst mögliches Produkt aus B und H innerhalb der Entmagnetisierungskurve. Je grösser der $(BH)_{\max}$ eines Werkstoffes, desto kleiner kann bei sonst gleichen Verhältnissen das für eine bestimmte Aufgabe benötigte Magnetvolumen sein.

Curietemperatur: Für einen ferromagnetischen Stoff charakteristische Temperatur T oberhalb der die Remanenzpolarisation $J = 0$ wird. Bei Temperaturen oberhalb der Curietemperatur sind alle Ferromagnetika paramagnetisch.

Diamagnetismus: Magnetische Eigenschaften von Stoffen, deren Permeabilität $\mu < 1$ ist z.B. Wismut.

Dimensionsverhältnis h:D: Höhe eines Zylindermagneten zum Durchmesser. Dieses Verhältnis ist bei sogenannten offenen Magneten von Bedeutung. Das sind Magnete ohne Eisenpolschuhe. Eine exakte Berechnung der Werte ist nur an Ellipsoiden möglich. Bei quadratischen oder annähernd quadratischen Magneten rechnet man den \emptyset nach der Formel

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}}$$

Einsatztemperatur: Höchste Temperatur, der ein Magnet ohne bleibende Magnetisierungsverlust ausgesetzt werden kann.

Energiedichte: $1/2 B \cdot H$ = halbes Produkt aus der magnetischen Flussdichte H (Hälfte des Rechtecks unter der Entmagnetisierungskurve mit dem Eckpunkt im Arbeitspunkt).

Entmagnetisierung: Verminderung der Magnetisierung entweder durch ein Gegenfeld oder ein abklingendes Wechselfeld oder durch Temperatureinflüsse.

Entmagnetisierungsfaktor N: Formabhängiger Faktor, der die Steigung der Scherungsgeraden bestimmt. N ist gleich dem Tangens des Scherungswinkels.

Entmagnetisierungskurve: Derjenige Teil der Hystereseschleife, der im zweiten Quadranten eines rechtwinkligen Koordinatensystems verläuft. Der Verlauf der Entmagnetisierungskurve und ihre Endwerte B_r (Remanenz) kennzeichnen die wesentlichen magnetischen Eigenschaften eines Dauermagneten.

Feldlinie: Mittel zur anschaulichen Darstellung von Feldern. In Kraftfeldern (z.B. Magnetfeld) stellen die Tangenten an die Feldlinien die Richtungen der wirkenden Kräfte dar, die Dichte der Feldlinien ist ein Mass für den magnetische Flussdichte B.

Feldstärke (magnetische) H: Beschreibt quantitativ das Magnetfeld nach Betrag und Richtung (Vektor).

Einheiten $1 \underline{A} = 0.01 \text{ A/cm} = (0.01256 \text{ Oersted})$

Ferromagnetismus: Magnetische Eigenschaft von Stoffen mit einer Permeabilität $\mu > 1$ z. B. von Eisen, Nickel, Kobalt und vielen ihrer Legierungen und Verbindungen.

Fluss, magnetischer: Bei der Darstellung eines Magnetfeldes durch Feldlinien nennt man die Gesamtheit der Linien durch eine bestimmte Fläche den magnetischen Fluss; messbar als Spannungsschritt in einer diese Fläche umgebenden Windung bei Entstehen oder Verschwinden dieses Flusses. Einheit: 1 Weber (Wb) = 10^8 Maxwell

Flussdichte B: Zahl der Feldlinien pro Flächeneinheit

Flussmesser: (Fluxmeter) zum Messen des magnetischen Flusses. Früher empfindliches Drehspulinstrument ohne Rückstellkraft des Messsystems, wodurch weitgehend unabhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit einer Messspule der magnetische Fluss ermittelt wurde. Moderne Flussmesser arbeiten mit Operationsverstärkern anstelle von mechanischen Messsystemen.

Gauss: Einheit für die Flussdichte im Gaußschen Masssystem. Einheit Gauss benannt nach dem Mathematiker Friedrich Gauss.

$1 \text{ Gauss} = 10^{-4} \text{ Tesla} = 10^8 \text{ Vs/cm}^2$. $1 \text{ mT} = 10 \text{ Gauss}$

Gaussmeter: Messgerät für die magnetische Flussdichte B. Oft werden auch Messgeräte für die magnetische Feldstärke H (Oerstedmeter) so bezeichnet.

Hartferrit: Barium-, Strontium- oder Bleiferrit mit der chemischen Zusammensetzung $\text{MeO} \cdot 6 \text{ Fe}_2 \text{O}_3$. Hierbei ist MeO ein Metalloxyd. Alle dauermagnetischen Hartferrite sind hexagonal z.B. $\text{BaO} \cdot 6 \text{ Fe}_2 \text{O}_3$.

Hystereseschleife: Darstellung der Flussdichte B in Abhängigkeit von der magnetisierenden Feldstärke H.

Induktion: Einheit Tesla (T). Unter der magnetischen Induktion versteht man die durch ein äusseres Magnetfeld verursachte (induzierte) magnetische Ordnung in einem ferromagnetischen Werkstoff. Der Begriff Induktion wurde früher auch an Stelle der Flussdichte verwendet.

Irreversibel: Nicht umkehrbar oder nicht wiederholbar. Bei einer irreversiblen Änderung z.B. durch Temperatureinfluss gehen die magnetischen Werte bei Rückkehr auf die Ausgangstemperatur nicht wieder auf die gleichen Ausgangswerte zurück.

Isotropie: Gleichheit physikalischer (hier magnetischer) Eigenschaften in allen Richtungen.

Koerzitivfeldstärke: Einheit Koerzitivfeldstärke wird in kA/m oder A/cm angegeben. Es ist diejenige Feldstärke H_c , während deren Einwirkung die Magnetisierung eines vorher bis zur Sättigung magnetisierten ferromagnetischen Werkstoffes auf Null zurückgeht. Man unterscheidet die Koerzitivfeldstärke $J^H C$ und $B^H C$. Diese Unterscheidung ist bei allen Magneten mit grosser Koerzitivfeldstärke und kleiner Remanenz technisch von Bedeutung. Die Koerzitivfeldstärke $J^H C$ ergibt sich aus der Hystereseschleife J .

Kraftlinien: Anschauliche Bezeichnung für die magnetischen Feldlinien, welche z.B. durch Eisenfeilspäne sichtbar gemacht werden können.

Luftspalt: Raum zwischen den Polen eines Magneten oder Magnetsystems, in dem ein Magnetfeld besteht. Je enger der Luftspalt, um so homogener ist dieses Feld.

Magnetfeld (magnetisches Feld): Raum, in dem mechanische Kräfte auf magnetische Ladungen wirken oder Induktionserscheinungen auftreten.

Magnetisch sind im praktischen Sprachgebrauch alle Werkstoffe mit merklich grosser Permeabilität (vor allem Eisen, Nickel, Kobalt und ihre Legierungen); unmagnetisch sind alle anderen Stoffe (Messing, Kupfer, Holz usw.).

Magnetisieren: Zum Magnetisieren wird ein äusseres Feld angelegt, welches bei Hartferrit Magneten mindestens die dreifache Koerzitivfeldstärke $J^H C$ betragen soll. Die Magnetisierzeit kann sehr kurz sein. Ohne Eisenpolschuhe genügt ein Impuls von weniger als einer Millisekunde.

Magnetismus: Summe der magnetischen Erscheinungen. Zu ihrer Beschreibung dienen Magnetfeld H und magnetische Flussdichte B . Alle magnetischen Erscheinungen sind mit bewegten elektrischen Ladungen verbunden; die um den Atomrumpf bewegten Elektronen erzeugen ein Magnetfeld, das Bahnmoment; das um seine Achse rotierende (spinnende) Elektron trägt ebenfalls ein magnetisches Moment, den Elektronenspin. Die magnetischen Eigenschaften der Stoffe beruhen auf den magnetischen Momenten der Atome, die sich im wesentlichen aus der (viktoriellen) Summe der Bahn- und Spinmomente der Elektronen zusammensetzen. Ist das sich so ergebende Atommoment null, ist der Stoff diamagnetisch. Bei para-, ferro-, antiferro-, und ferrimagnetischen Stoffen ist die Summe dieser Momente verschieden von null. Sie unterscheiden sich voneinander durch die Kopplungsarten der Momente benachbarter Atome: Bei den Paramagneten antiparallel gerichtet; von Ferrimagnetismus spricht man, wenn die antiparallel gerichteten Atommomente sich nicht vollständig gegenseitig kompensieren, also eine resultierende Magnetisierung verbleibt.

Magnetkreis: Gesamtheit der von einem Magnetfluss durchsetzten Teile bzw. Räume, besteht bei einem Dauermagneten aus den eigentlichen Magneten, den Polschuhen, dem Luftspalt und dem Streufeld.

Magnetpol: Stelle, an der der magnetische Fluss aus einem Magneten austritt.

Maxwell: Einheit für den magnetischen Fluss im Gaußschen Masssystem. Einheit Maxwell benannt nach dem britischen Physiker James Maxwell.

Neodym: Dauermagnet aus Neodymium-Eisen-Bor ($NdFeB$). Neodymium Magnet ist das stärkste verfügbare Magnetmaterial mit hoher Remanenz und Energiedichte.

Nutzfluss: Teil des magnetischen Feldes, der durch den Nutzluftspalt fliesst. Der nicht durch den Nutzluftspalt fließende Fluss wird Streufluss genannt.

Oersted: (Oe) Alte Einheit für die magnetische Feldstärke im Gaußschen Masssystem. $1 \text{ Oe} = 0.796 \text{ A/cm}$

Oxidmagnet: Hartferrit, keramischer Magnetwerkstoff z.B. aus Eisenoxid und Bariumoxid

Paramagnetismus: Magnetische Eigenschaft von Stoffen, deren Permeabilität $\mu > 1$ ist. Alle Ferromagneten zeigen oberhalb der Curietemperatur Paramagnetismus.

Permanentmagnet: (Dauermagnet). Ein Magnet, der nach vorangegangener Magnetisierung seinen Magnetismus ganz oder teilweise behält. Heutige Magnet-Werkstoffe sind in ihrer Koerzitivfeldstärke um ein vielfaches besser und stabiler als Magnete vor einigen Jahrzehnten.

Permeabilität: Magnetische Durchlässigkeit oder Leitfähigkeit. Bei Ferrit-Magneten ist die Permeabilität nur wenig grösser als von Luft, während sie z.B. bei weichem Eisen ein tausendfaches und mehr betragen kann.

Potential, magnetisches: Messbar ist immer nur eine Potentialdifferenz, eine magnetische Spannung zwischen zwei Punkten, als Integral der Feldstärke über einen beliebigen Weg zwischen diesen beiden Punkten, wenn dieser keinen Stromleiter umschliesst.

Remanenz: B_r wird in Tesla (T) oder Millitesla (mT) angegeben. Verbleibende Magnetisierung in einem magnetischen Werkstoff, der in einem geschlossenen Kreis bis zur Sättigung magnetisiert worden ist. Unter scheinbarer Remanenz versteht man den Wert, der sich bei einem teilweise geöffneten magnetischen Kreis ergibt.

Reversibel: Umkehrbar oder wiederholbar. Ein reversibles Temperaturverhalten bedeutet z.B. dass ein Magnet nach Erwärmung und anschliessender Abkühlung den Ausgangswert wieder erreicht.

Sättigungspotential: Höchste praktisch erreichbare magnetische Polarisation eines Werkstoffes.

Scherung: Winkel der Arbeitsgeraden. Z.B. durch Öffnen oder Schliessen eines Magnetkreises.

Scherungsgerade: Linie im B(H)-Diagramm eines Magnetwerkstoffes, die die Form eines Magneten bzw. die Luftspalte eines Magnetsystems beschreibt. Der Schnittpunkt der Scherungsgeraden mit der Entmagnetisierungskurve ist der Arbeitspunkt des Magneten.

Sintermagnet: Aus einer Mischung von Metallpulvern gepresster und durch Erhitzen im Vakuum verfestigter Dauermagnet.

SmCo: Aus einer Legierung der Seltenen Erden mit Kobalt bestehender Magnetwerkstoff.

Streulfluss, Streuung: Teil des magnetischen Flusses, der nicht durch den Luftspalt geht.

Strontium: Chemisches Element aus der II. Gruppe (Erdalkalimetalle). Kommt in den Mineralien Strontianit und Cölestin vor. Strontium wird in Form von Strontiumkarbonat an Stelle von Barium zugesetzt und gibt Hartferrit-Magnete mit besonders hoher Koerzitivfeldstärke.

Temperaturkoeffizient: Gibt bei magnetischen Werkstoffen die Änderung der Remanenz und der Koerzitivfeldstärke in Abhängigkeit von der Temperatur an.

Tesla: Einheit der magnetischen Flussdichte, bzw. der magnetischen Induktion. Einheit Tesla, benannt nach Nicola Tesla. 1 Tesla : $1\text{Vs}/\text{m}^2$ oder 10.000 Gauss.

Vorzugsrichtung: Diejenige Richtung, in der ein Magnet seine besten Werte erreicht. Bei Ring- und Rundmagneten ist die Vorzugsrichtung axial. Bei Vierkantmagneten durch die Höhe h. Bei Schalenmagneten (Segmente) diametral oder radial. Bei Hart-Ferrit Magneten wird die Vorzugsrichtung durch Verpressen eines plättchenförmigen Pulvers im Magnetfeld erzeugt.

Weber: Einheit für den magnetischen Fluss. Einheit Weber benannt nach Professor Wilhelm Weber. 1 Weber = $1\text{Vs} = 10^8$ Maxwell