

Zerstörungsfreie Prüfung

Bestimmung der Eigenschaften von Prüfmitteln für die Magnetpulverprüfung

DIN
54 132

Non-destructive testing; determining the properties of test media for the magnetic particle test
 Essais non destructifs; détermination des propriétés des moyens d'essai pour l'essai par poudre magnétique

Die Norm wurde in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e. V. (DGZfP) aufgestellt.

Maße in mm

1 Anwendungsbereich und Zweck

Bei der Magnetpulverprüfung dienen magnetisierbare Teilchen zum Nachweis des Streuflusses von Materialtrennungen an der Oberfläche ferromagnetischer Bauteile. Hierzu siehe auch DIN 54 130.

Für die Durchführung der Prüfung sind eine Reihe von Eigenschaften von Bedeutung. Diese werden genannt und soweit als möglich Verfahren zu ihrer Ermittlung beschrieben. Es ist vom Anwendungsfall abhängig, welche der Eigenschaften wichtig sind und daher angegeben und berücksichtigt werden müssen.

Es ist nicht Zweck dieser Norm, Angaben über die für die Prüfung erforderlichen Eigenschaften zu machen.

2 Begriffe

2.1 Magnetpulver

Das Magnetpulver besteht überwiegend aus magnetisierbaren Teilchen, mit denen Farb- oder Fluoreszenzstoffe fest verbunden sein können.

Hinweis: Herstellungsbedingt kann das Magnetpulver magnetisierbare Teilchen und mit diesen nicht verbundene unmagnetische Teilchen enthalten. Die zuletzt genannten tragen nicht zur Anzeige bei.

Es ist zur Zeit kein normbares Verfahren bekannt und erprobt, um die magnetischen und die nicht gebundenen unmagnetischen Anteile des Magnetpulvers zu trennen und auf diese Weise zu bestimmen.

2.2 Trägermittel

Als Trägermittel wird der Stoff bezeichnet, der zum Aufbringen des Magnetpulvers auf den Prüfabschnitt dient. Trägermittel sind Luft, leicht flüchtige Flüssigkeiten, aushärtbare Kunststoffe und Trägerflüssigkeiten.

Anmerkung: Die für die Prüfung wichtigen Eigenschaften der leicht flüchtigen Flüssigkeiten und aushärtbaren Kunststoffe sind noch nicht genügend bekannt, um sie in dieser Norm beschreiben zu können.

2.3 Prüfmittel

Die gebrauchsfertige Mischung des Magnetpulvers mit dem Trägermittel und möglichen Zusätzen wird als Prüfmittel bezeichnet.

Anmerkung: Bei der üblichen Prüftechnik wird zwischen der Trockenprüfung (Trägermittel: Luft) und der Naßprüfung (Trägermittel: Flüssigkeit) unterschieden.

3 Bezeichnung des Verfahrens

Das Verfahren, z. B. zur Bestimmung der Eigenschaften des Magnetpulvers nach Abschnitt 4, wird bezeichnet:

Prüfung DIN 54 132 – 80 – M

Benennung _____
 DIN-Hauptnummer _____
 zwei letzte Ziffern _____
 des Ausgabejahres _____
 zu prüfende Substanz _____

4 Eigenschaften des Magnetpulvers (M)

Die Eigenschaften des Magnetpulvers beeinflussen die Anzeigenerkennbarkeit, die die wichtigste Größe für die Beurteilung der Magnetpulver darstellt. Die Kontrolle der Anzeigenerkennbarkeit des Magnetpulvers kann nur als fertig angesetztes Prüfmittel an Kontrollkörpern erfolgen (siehe Abschnitt 6.5).

Fortsetzung Seite 2 bis 7
 Erläuterungen Seite 7

Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

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

4.1 Die Korngröße

Die Korngröße des Magnetpulvers kann unter Beachtung von DIN 66 141 durch die Korngrößenverteilung dargestellt werden.

Bei den Magnetpulvern reicht im allgemeinen die Angabe eines Korngrößenbereichs aus, der durch seine obere und untere Grenzen der Durchmesser d_o und d_u beschrieben wird. Diese Grenzen sind so festgelegt, daß 10 Gewichtsprozent der Teilchen einen größeren Durchmesser als d_o und 10 Gewichtsprozent einen kleineren als d_u haben. Ist die untere Korngrößengrenze $d_u < 1 \mu\text{m}$, so genügt die Angabe $d_u < 1 \mu\text{m}$.

Zusätzlich sind folgende Angaben zur Beschreibung der Korngrößenverteilung von Magnetpulvern zweckmäßig:

Die mittlere Korngröße wird durch den Durchmesser d_m gekennzeichnet, bei dem 50 Prozent des Gewichtsanteils aller Teilchen einen größeren Durchmesser als d_m haben. Sie dient zur allgemeinen Kennzeichnung des Magnetpulvers.

Die Grenzkorngröße ist durch den Durchmesser d_{max} gekennzeichnet, über dem mit dem angegebenen Verfahren unterhalb der Meßunsicherheit kein merklicher Gewichtsanteil mehr vorhanden ist. Durch d_{max} wird der Anteil grobkörnigen Pulvers beschrieben, der bei der Prüfung stören kann.

Es ist anzugeben, nach welchem Verfahren und unter welchen Meßbedingungen die Korngrößenverteilung ermittelt wurde.

Anmerkung: Durch magnetische Kräfte zwischen den Teilchen können Agglomerationen entstehen, die das Meßergebnis verfälschen.

Der Korngrößenbereich unter $1 \mu\text{m}$ ist im allgemeinen für die Magnetpulverprüfung nicht mehr von Bedeutung. Außerdem steigt in diesem Bereich der Aufwand zur Ermittlung der Korngrößenverteilung erheblich an.

4.2 Magnetische Eigenschaften

Die magnetischen Eigenschaften werden indirekt über die Anzeigenerkennbarkeit an Kontrollkörpern ermittelt (siehe Abschnitt 6.5).

Anmerkung: Die direkte Ermittlung der magnetischen Eigenschaften des Magnetpulvers ist zur Zeit nur mit hohem technischem Aufwand möglich.

4.3 Optische Eigenschaften

4.3.1 Farbe des Pulvers

Die Farbe wird subjektiv angegeben (z. B. schwarz, braun).

4.3.2 Fluoreszenz des fluoreszierenden Magnetpulvers

Die Intensität der Fluoreszenz wird durch den Fluoreszenzkoeffizienten β , dem Koeffizienten aus der Leuchtdichte L in cd/m^2 und der Bestrahlungsstärke E_e in W/m^2 beschrieben und ist kennzeichnend für das jeweilige Pulver.

$$\beta = \frac{L}{E_e} \text{ in } \frac{\text{cd}}{\text{W}} \quad (1)$$

Beispiel:

Aus den Messungen

$$L = 9 \frac{\text{cd}}{\text{m}^2} \text{ und}$$

$$E_e = \frac{10 \text{ W}}{\text{m}^2}$$

ergibt sich

$$\text{der Fluoreszenzkoeffizient } \beta = 0,9 \frac{\text{cd}}{\text{W}}$$

4.3.2.1 Vorbereitung der Messungen

Pulver für Trocken- und Naßverfahren werden in einem zylindrischen Gefäß in Wasser suspendiert.

Für den Boden des Gefäßes ist eine planparallele transparente Platte von $(2 \pm 0,2) \text{ mm}$ Dicke vorgeschrieben. Der Transmissionsgrad der transparenten Platte¹⁾ für Strahlung der Wellenlänge von 365 nm muß zwischen $0,89$ und $0,93$ liegen.

Der Fluoreszenzkoeffizient des abgesetzten Pulvers wird von unten gegen die transparente Platte ermittelt.

Da die Pulverschicht optisch dicht sein muß, ist der Magnetpulveranteil so hoch zu wählen, daß während der Meßzeit, also nach 8 bis 12 Minuten Sedimentationszeit (siehe Abschnitt 4.3.2.3) keine merkliche Änderung der Leuchtdichte mehr festzustellen ist (siehe Bild 1).

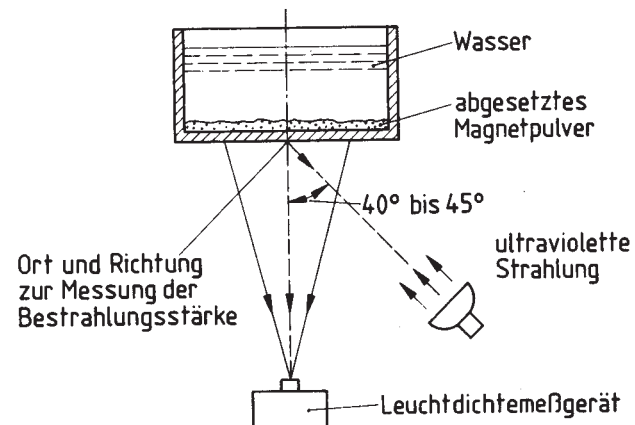


Bild 1. Anordnung zur Ermittlung des Fluoreszenzkoeffizienten

4.3.2.2 Ermittlung der Bestrahlungsstärke

Die dicht mit Magnetpulver bedeckte Fläche wird mit ultravioletter Strahlung, dessen wesentlicher Intensitätsanteil bei 365 nm liegt (Quecksilberdampf-Hochdrucklampe), unter einem Winkel zwischen 40° und 45° zur Flächennormalen beaufschlagt (siehe Bild 1). In der Mitte der Fläche wird die Bestrahlungsstärke E_e in Strahlungsrichtung gemessen (Einheit: W/m^2).

Anmerkung: Handelsübliche Geräte sind noch in $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ kalibriert. ($10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \triangleq 1 \text{ W}/\text{m}^2$).

4.3.2.3 Messung der Leuchtdichte

Die Leuchtdichte wird von unten her senkrecht zur Fläche der transparenten Platte gemessen (siehe Bild 1). Handelsübliche Leuchtdichtemeßgeräte (Kalibrierung in cd/m^2) sind verwendbar.

¹⁾ Über die Bezugsquelle gibt Auskunft:

DIN-Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse,
Burggrafenstraße 4–10, 1000 Berlin 30

Der Mittelpunkt der vom Meßgerät bewerteten Fläche muß in der Mitte der Gesamtfläche liegen. Ihr Durchmesser sollte 10 bis 40 mm betragen.

Gemessen wird nach 8 bis 12 Minuten Sedimentationszeit bei Raumtemperatur (25 ± 5) °C.

4.3.2.4 Vergleichende Ermittlung von Leuchtdichten

Sollen Magnetpulver untereinander verglichen werden, so kann die Messung in der Weise vereinfacht werden, daß die Bestrahlungsstärke im Meßzeitraum konstant gehalten wird (Wegfall der Messung von E_e). Zur Ermittlung der Leuchtdichte kann ein unkalibriertes Leuchtdichtemeßgerät verwendet werden. Der Boden des Gefäßes braucht hinsichtlich des Transmissionsgrades nicht den in Abschnitt 4.3.2.1 gestellten Forderungen zu entsprechen.

Beispiel:

Unter den gleichen Versuchsbedingungen wurden für 2 Magnetpulver P_1 und P_2 am Leuchtdichtemeßgerät 12 Skalenteile und 10 Skalenteile abgelesen. P_1 hat also einen um 20 % höheren Leuchtdichtekoeffizienten als P_2 .

5 Eigenschaften der Trägerflüssigkeit (F)

Als Trägerflüssigkeit werden Wasser mit Zusätzen, Öle oder andere Flüssigkeiten verwendet.

5.1 Viskosität

Bei Ölen und anderen Flüssigkeiten sind die dynamische Viskosität η in mPa · s (Millipascalsekunde) und die Meßtemperatur anzugeben (für Wasser bei 20 °C ist $\eta \approx 1,0$ mPa · s).

Die Bestimmung der Viskosität kann z. B. mit dem Kugelfall-Viskosimeter nach DIN 53 015 oder dem Kapillar-Viskosimeter nach DIN 51 562 durchgeführt werden.

5.2 Oberflächenspannung

Die Oberflächenspannung ist ein Maß für das Benetzungsvermögen. Sie wird mit dem Tensiometer, z. B. nach DIN 53 914 bestimmt.

5.3 Schaumbildung

Das Schaumvermögen sollte nach dem modifizierten Ross-Miles-Verfahren nach DIN 53 902 Teil 2 bestimmt werden, da zur Zeit kein besser geeignetes Verfahren angegeben werden kann.

5.4 Optische Eigenschaften

Verwendet man bei der Magnetpulverprüfung mit fluoreszierendem Magnetpulver als Trägerflüssigkeit Öle oder andere Flüssigkeiten, so können diese durch ihre optischen Eigenschaften, d. h. die Eigenfluoreszenz und die Fluoreszenzdämpfung, die Prüfung beeinflussen. Beide Größen werden relativ zu Wasser ermittelt. Es wird ein Meßverfahren analog zu Abschnitt 4.3.2 angewendet. Dabei genügt es, wenn das in Abschnitt 4.3.2.4 beschriebene vergleichende Meßverfahren angewendet wird.

5.4.1 Ermittlung der Eigenfluoreszenz

Es werden die Fluoreszenzkoeffizienten bzw. die relativen Leuchtdichten der zu untersuchenden Flüssigkeit und

von Wasser (ohne Magnetpulver) bestimmt. Die Eigenfluoreszenz der Trägerflüssigkeit wird durch Verhältnisbildung der beiden Koeffizienten bzw. Leuchtdichten beschrieben.

5.4.2 Ermittlung der Fluoreszenzdämpfung

Ein Magnetpulver wird in der zu untersuchenden Flüssigkeit und in Wasser suspendiert. Die Fluoreszenzdämpfung wird durch das Verhältnis der beiden Fluoreszenzkoeffizienten bzw. Leuchtdichten beschrieben.

5.5 Netz-Antischaum- und Rostschutzmittel (Trägerflüssigkeit Wasser)

Durch Netz-Antischaum- und Rostschutzmittel kann man die Eigenschaften des Wassers beeinflussen. Sie können nach Bedarf zugefügt werden.

5.6 pH-Wert (Trägerflüssigkeit Wasser)

Der pH-Wert sollte elektrisch nach DIN 19 261 bestimmt werden.

Häufig genügt aber die Bestimmung mit Indikatorpapier.

5.7 Flammpunkt

Die Kontrolle des Flammpunktes wird nach DIN 51 755 für den Bereich von 5 °C bis 65 °C durchgeführt.

Anmerkung: Die Bestimmung in diesem Temperaturbereich ist im allgemeinen ausreichend, da damit die wichtige Gefährklasse A3 (Flammpunkt ≥ 55 °C) erfaßt wird und Flammpunkte über 65 °C deshalb selten interessieren.

6 Eigenschaften des Prüfmittels (P)

6.1 Bestimmung des Magnetpulveranteils

Als Magnetpulveranteil des Prüfmittels wird der Gewichtsanteil des Magnetpulvers bezogen auf ein Liter Trägerflüssigkeit bezeichnet (g/l).

Der Gewichtsanteil des Magnetpulvers in Konzentraten und Pasten muß vom Hersteller angegeben werden. Zweckmäßig ist bei Konzentraten und Pasten die zusätzliche Angabe eines Mischungsverhältnisses mit der Trägerflüssigkeit.

Der Magnetpulveranteil, der gegebenenfalls den während des Betriebes entstandenen Schmutzanteil enthält, wird durch Filtern oder Verdampfen der Trägerflüssigkeit und Wiegen des Feststoffanteils bestimmt.

Für die vergleichende Ermittlung des Feststoffanteils zur laufenden Betriebskontrolle an gleichen Prüfmitteln kann die Trennung durch einen Absetzversuch mit einem Zentrifugenglas nach ASTM D 96-73 Bild 6 vorgenommen werden 2) 3).

Aussagen über den Magnetpulveranteil setzen ein unverschmutztes Prüfmittel voraus.

2) Entsprechende Deutsche Norm befindet sich in Vorbereitung

3) Die ASTM ist zu beziehen über die Auslandsnormenvermittlung des Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4–10, 1000 Berlin 30