

DIN 51480-1

ICS 75.100

**Elektorrheologische Suspensionen –
Anforderungen, Prüfung und Anwendung –
Teil 1: Grundlagen und feldstärkeunabhängige Eigenschaften**

Electrorheological suspensions –
Requirements, testing and application –
Part 1: Basics and field strength independent properties

Suspensions électrorhéologiques –
Exigences, méthodes d'essai et applications –
Partie 1: Fondements et propriétés indépendantes de l'intensité du champ

Gesamtumfang 14 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Grundlagen und Eigenschaften	4
3.1 Allgemeines	4
3.2 Dynamische Basisviskosität	5
3.3 Mittlere Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung	5
3.4 Elektrische Durchschlagfestigkeit	5
3.5 Dichte	5
3.6 Feststoffanteil	5
3.7 Elektrorheologische Fließgrenze	6
3.8 Elektrorheologische Schubspannung	6
3.9 Elektrorheologisches Bingham-Modell	6
3.10 Sedimentation	6
3.11 Redispergierbarkeit	7
3.12 Ansprechverhalten auf Änderungen der elektrischen Feldstärke	7
3.13 Stromdichte	7
3.14 Wasseraufnahme und Wassergehalt	7
3.15 Pourpoint	7
3.16 Flammpunkt	7
3.17 Zündpunkt	7
3.18 Volumenausdehnungskoeffizient	7
3.19 Kompressionsmodul	8
3.20 Alterungsbeständigkeit	8
4 Bestimmung feldstärkeunabhängiger Eigenschaften	8
4.1 Probenvorbereitung	8
4.2 Bestimmung der dynamischen Basisviskosität	8
4.2.1 Bestimmung der dynamischen Basisviskosität in Abhängigkeit von der Schergeschwindigkeit	8
4.2.2 Bestimmung der dynamischen Basisviskosität in Abhängigkeit von der Temperatur	9
4.3 Bestimmung der mittleren Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung	9
4.4 Bestimmung der Dichte der ER-Suspension	9
4.5 Bestimmung des relativen Feststoffanteils und der Feststoffdichte	10
4.5.1 Bestimmung der Feststoffdichte	10
4.5.2 Bestimmung des Feststoffanteils	10
4.6 Bestimmung der Sedimentation	11
4.6.1 Allgemeines	11
4.6.2 Messgefäße	11
4.6.3 Vorbereitung der Sedimentproben	11
4.6.4 Sedimentationsanalyse	11
4.7 Bestimmung der Redispergierbarkeit	12
Literaturhinweise	14

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom NA 062-06-51 AA „Anforderungen an Schmieröle und sonstige Öle“ im Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Grundlagen, Begriffe und Bestimmungen von Materialeigenschaften fest, welche wesentliche Merkmale elektrorheologischer Fluide auf Basis von Suspensionen beschreiben. Werden Materialkennwerte auf Basis bereits vorliegender Normen ermittelt, erfolgt deren Angabe ebenfalls in diesem Dokument. Die Bestimmung feldstärkeabhängiger Eigenschaften erfolgt in weiteren Teilnormen.

ANMERKUNG 1 Im täglichen Sprachgebrauch werden elektrorheologische Suspensionen auch abgekürzt als „ER-Suspension“ oder „ERF“ bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Für den Zweck dieser Norm werden die Symbole % (V/V) bzw. % (m/m) verwendet, um Volumenanteile in % bzw. Massenanteile in % auszudrücken.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 12791-3, *Laborgeräte aus Glas — Dichte-Aräometer — Gebrauch und Prüfung*

DIN 51755, *Prüfung von Mineralölen und anderen brennbaren Flüssigkeiten — Bestimmung des Flammpunktes im geschlossenen Tiegel, nach Abel-Pensky*

DIN 51757, *Prüfung von Mineralölen und verwandten Stoffen — Bestimmung der Dichte*

DIN 51794, *Prüfung von Mineralölkohlenwasserstoffen — Bestimmung der Zündtemperatur*

DIN 53017, *Viskosimetrie — Bestimmung des Temperaturkoeffizienten der Viskosität von Flüssigkeiten*

DIN EN 725-5, *Hochleistungskeramik — Prüfverfahren für keramische Pulver — Teil 5: Bestimmung der Teilchengrößenverteilung*

DIN EN ISO 3838:2004-09, *Rohöl und flüssige oder feste Mineralölerzeugnisse — Bestimmung der Dichte oder der relativen Dichte — Verfahren mittels Pyknometer mit Kapillarstopfen und Bikapillar-Pyknometer mit Skale (ISO 3838:2004); Deutsche Fassung EN ISO 3838:2004*

DIN EN ISO 4788, *Laborgeräte aus Glas — Messzylinder und Mischzylinder*

DIN EN ISO 12937, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung des Wassergehaltes — Coulometrische Titration nach Karl Fischer*

DIN EN ISO 13736, *Bestimmung des Flammpunktes — Verfahren mit geschlossenen Tiegel nach Abel*

DIN ISO 3016, *Mineralölerzeugnisse — Bestimmung des Pourpoints*

3 Grundlagen und Eigenschaften

3.1 Allgemeines

Elektrorheologische Suspensionen nach diesem Dokument setzen sich aus einem Trägeröl, elektrisch polarisierbaren Partikeln und weiteren Additiven zusammen. Werden diese Flüssigkeiten einem elektrischen Feld ausgesetzt, tritt eine reversible Änderung des Fließverhaltens auf.

3.2 Dynamische Basisviskosität

Die dynamische Basisviskosität η einer ER-Suspension ist gleich dem Quotienten aus der Schubspannung und dem Geschwindigkeitsgefälle unter der Bedingung, dass kein elektrisches Feld anliegt. Für newtonsche Flüssigkeiten ist die Viskosität eine Stoffkonstante und nur abhängig von den Zustandsgrößen Druck und Temperatur (siehe DIN 1342–2). Bei nicht-newtonschen Flüssigkeiten ist die Viskosität eine Funktion der Schubspannung oder des Geschwindigkeitsgefälles (siehe DIN 1342–3 bzw. DIN 53229). Da der Viskositätscharakter einer ER-Suspension von der Beschaffenheit der Partikel (u. a. Größe) abhängig ist, kann sowohl ein newtonsches oder nicht-newtonsches Verhalten auftreten. Die Bestimmung der dynamischen Basisviskosität erfolgt nach 4.2.

3.3 Mittlere Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung

Eine ER-Suspension stellt ein disperses System dar. Eine Dispersitätsanalyse (Messung einer Partikelgrößenverteilung) ist die Messung der Feinheit eines dispersen Systems (siehe DIN 66160). Die Grundlagen zur Darstellung der Feinheit (Partikelgrößenverteilung) sind in DIN ISO 9276-1 und DIN 66142 (alle Teile) bis DIN 66145 geregelt. Eine Möglichkeit der Darstellung einer Partikelgrößenverteilung ist es, den Mittelwert (bezogen auf das Partikelvolumen v oder auf die Partikelanzahl n) der Partikelgröße als $D(v,50)$ (50 % der Partikel haben ein Volumen mit dem Äquivalentradius von x) anzugeben. Das selbe wird für 10 % ($D(v,10)$) und 90 % ($D(v,90)$) der Partikel vorgenommen. Damit sind Partikelgröße und Partikelverteilung definiert. Die Bestimmung der mittleren Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung erfolgt nach 4.3.

3.4 Elektrische Durchschlagfestigkeit

Die Durchschlagfestigkeit eines Isolators ist diejenige elektrische Feldstärke, welche in dem Material höchstens herrschen darf, ohne dass es zu einem Spannungsdurchschlag (Funke) kommt.

Die Durchschlagfestigkeit E eines Isolationswerkstoffes hat die Einheit einer Feldstärke (angegeben in kV/mm oder V/mm). Sie wird deshalb auch als Durchschlagfeldstärke bezeichnet und nach Gleichung (1) berechnet.

$$E = \frac{U}{l} \quad (1)$$

Dabei ist

U die Durchschlagspannung in V oder kV;

l die Isolatordicke in mm.

3.5 Dichte

Die Dichte einer ER-Suspension ist hauptsächlich von der Dichte des Trägeröles, der Dichte der Partikel, dem Feststoffgehalt der Suspension und der Temperatur abhängig. Die Bestimmung von Kennwerten für die Dichte wird unter 4.4 beschrieben.

3.6 Feststoffanteil

Der Feststoffanteil (Feststoffgehalt) in der ER-Suspension ist der volumetrische bzw. spezifische Anteil der festen Phase in einer Suspension. Dieser sollte für eine definierte ER-Suspension konstant sein, da die technisch relevanten Eigenschaften teilweise stark davon abhängen. Liegt eine Entmischung der ER-Suspension durch Sedimentation vor, kann im Falle einer unvollständigen Redispergierung bei Befüllungs- und Umfüllvorgängen der Feststoffanteil verändert werden.