

DIN 53015

DIN

ICS 17.060

Ersatz für
DIN 53015:2001-02**Viskosimetrie –
Messung der Viskosität mit dem Kugelfallviskosimeter nach Höppler**Viscometry –
Measurement of viscosity using the Hoesppler Falling-Ball ViscometerViscosimétrie –
Mesurage de la viscosité à l'aide du viscosimètre à bille d'Höppler

Gesamtumfang 26 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Formelzeichen und Einheiten	5
5 Messbereich	8
6 Kurzbeschreibung des Verfahrens	9
7 Grundlage des Verfahrens	9
8 Geräte	10
8.1 Kugelfallviskosimeter nach Höppler	10
8.2 Thermometer	12
8.3 Zeitmesseinrichtung	12
8.4 Temperiereinrichtung	12
8.5 Dichtemesseinrichtung	12
9 Probenahme	12
10 Durchführung der Messung	13
10.1 Vorbereitung der Probe	13
10.2 Auswahl der Messkugel	13
10.3 Messung der Kugelfallzeit	14
10.3.1 Vorbereitung der Messungen	14
10.3.2 Bestimmung der Kugelfallzeit	14
10.3.3 Bestimmung der Flüssigkeitsdichte	15
10.4 Auswertung der Messung	15
10.5 Angabe des Messergebnisses	16
11 Kalibrierung des Viskosimeters	16
11.1 Prinzip der Kalibrierung	16
11.2 Normalproben und Geräte	16
11.3 Kalibrierbedingungen	18
11.4 Umfang der Messungen	18
11.5 Beschaffenheitsprüfung	18
11.6 Bestimmung der Kugeldichte	18
11.6.1 Kugelmasse	18
11.6.2 Kugeldurchmesser	19
11.6.3 Kugeldichte	19
11.7 Bestimmung der Kugelkonstanten	19
11.8 Angabe des Kalibrierergebnisses	19
12 Messunsicherheit	20
12.1 Allgemeines	20
12.2 Messunsicherheit der Viskositätsmessung	20
12.3 Messunsicherheit der Kalibrierung	22
12.3.1 Messunsicherheit der Kugelkonstanten	22
12.3.2 Messunsicherheit der Kugeldichte	23
Anhang A (informativ) Ermittlung der Messunsicherheit	24
Literaturhinweise	26

Bilder

Bild 1 — Kugelfallviskosimeter nach Höppler (Beispiel einer Ausführung)	11
--	-----------

Tabellen

Tabelle 1 — Formelzeichen und Einheiten	6
Tabelle 2 — Kugeln für das Kugelfallviskosimeter mit einem Messrohr von 15,94 mm Innendurchmesser	9
Tabelle 3 — Mindestfallzeiten	13
Tabelle 4 — Relative Messunsicherheit u'_{η} (für Überdeckungsfaktor $k = 2$) für die Messung der dynamischen Viskosität für Messbedingungen nach Abschnitten 8 bis 10 und für $\rho_F = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sowie Fallzeiten $\geq t_1$ nach Tabelle 3	15
Tabelle 5 — Angaben für Normalproben zur Kalibrierung des Viskosimeters	17
Tabelle 6 — Relative Varianzen $(s'_K)^2$ für die Kalibrierung bei 20 °C und relative Messunsicherheit (Überdeckungsfaktor $k = 2$) für die Kugelkonstante (gültig für –20 °C $\leq \vartheta \leq$ 120 °C) bei Kalibrierung nach diesem Dokument	23
Tabelle A.1 — Multiplikationsfaktor F_1 in Abhängigkeit von der Zahl n der Einzelmesswerte . .	25
Tabelle A.2 — Multiplikationsfaktor F_2 in Abhängigkeit von der Zahl n der Einzelmesswerte . .	25

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-08-31 AA „Viskosimetrie und Rheometrie“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN 53015:2001-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Verwendung eines Quecksilber-Thermometers ist entfallen;
- b) die Verweisungen wurden aktualisiert;
- c) Anmerkungen in Abschnitt 5 „Messbereich“ wurden zu einer Anmerkung aktualisiert;
- d) ein Literaturverzeichnis wurde ergänzt;
- e) das gesamte Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 53655 Beiblatt 1: 1947-12

DIN 53015: 1959-02, 1976-03, 1978-09, 2001-02

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Messung der dynamischen Viskosität newtonscher Flüssigkeiten mit dem Kugelfallviskosimeter nach Höppler und dessen Kalibrierung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 1319-1, *Grundlagen der Messtechnik — Teil 1: Grundbegriffe*

DIN 1319-3, *Grundlagen der Messtechnik — Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße — Messunsicherheit*

DIN 1342-1, *Viskosität — Rheologische Begriffe*

DIN ISO 3585, *Borosilicatglas 3.3 — Eigenschaften*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1319-1, DIN 1342-1 und der folgende Begriff.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-Terminologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term/>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1

Normalprobe der Viskosität

Probe einer newtonschen Normalflüssigkeit, deren Viskosität bei Temperatur(en) mit Normalviskosimetern gemessen wurde, deren Viskositätswert(e) und seine (ihre) Rückführung auf das Nationale Normal der Viskositätseinheit dokumentiert sind und die als Maßverkörperung zur Weitergabe der Viskositätseinheit dienen

4 Formelzeichen und Einheiten

Tabelle 1 enthält eine Übersicht aller im Dokument verwendeten Formelzeichen und Einheiten.

Die Verwendung des Formelzeichens u zur Bezeichnung der erweiterten Messunsicherheit wird in diesem Dokument verwendet, um eine Verwechslung mit dem Temperaturkoeffizienten U zu vermeiden. Dies stellt eine Ausnahme zur üblichen Definition dar.

Tabelle 1 — Formelzeichen und Einheiten

Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit	weitere gesetzliche Einheiten
d	Kugeldurchmesser	m	mm, μm
D	Differenz zwischen Kugel- und Flüssigkeitsdichte	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
g	Fallbeschleunigung am Ort der Viskositätsmessung	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	–
g'	Fallbeschleunigung am Ort der Kalibrierung des Viskosimeters	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	–
k	Überdeckungsfaktor	–	–
K	Kugelkonstante	$\frac{\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^3}{(\text{kg} \cdot \text{s})}$	$\frac{\text{mPa} \cdot \text{s} \cdot \text{cm}^3}{(\text{g} \cdot \text{s})}$
m	Kugelmasse	kg	g
m_W	Wägewert der Kugelmasse	kg	g
n	Anzahl der Fallzeiten einer Messreihe	–	–
$(s'_D)^2$	relative Varianz der Differenz zwischen Kugel- und Flüssigkeitsdichte	–	–
$(s'_K)^2$	relative Varianz der Kugelkonstanten	–	–
$(s'_\eta)^2$	relative Varianz der gemessenen Viskosität	–	–
$(s'_{\eta N})^2$	relative Varianz der Viskosität der Normalprobe	–	–
$(s'_N)^2$	relative Varianz der Viskosität, bedingt durch eine Abweichung von der waagerechten Aufstellung des Viskosimeters	–	–
$(s'_t)^2$	relative Varianz der Kugelfallzeit	–	–
$(s'_{\text{Uhr}})^2$	relative Varianz des Zeitmessgerätes	–	–
s_ϑ	Standardabweichung der Temperaturmessung	$^{\circ}\text{C}$	K

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit	weitere gesetzliche Einheiten
$(s'_{\vartheta,\eta})^2$	relative Varianz der Viskosität, bedingt durch die Messunsicherheit der Temperaturmessung	–	–
$s_{\varrho F}^2$	Varianz der Flüssigkeitsdichte	$\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^6}$	$\frac{\text{g}^2}{\text{cm}^6}$
$s_{\varrho K}^2$	Varianz der Kugeldichte	$\frac{\text{kg}^2}{\text{m}^6}$	$\frac{\text{g}^2}{\text{cm}^6}$
$(s'_{\varrho K})^2$	relative Varianz der Kugeldichte	–	–
t	Kugelfallzeit	s	–
t_1	Mindestfallzeit, für die die in Tabelle 4 angegebene Messunsicherheit gilt	s	–
t_2	Mindestfallzeit für die Durchführung einer reproduzierbaren Messung	s	–
$t_{\max}, t_{\min}$	größte bzw. kleinste Kugelfallzeit einer Messreihe von n Einzelmessungen	s	–
U_{η}, U_{ν}	Temperaturkoeffizient der dynamischen bzw. kinematischen Viskosität	$\frac{1}{\text{K}}$	$\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$
u_{ϑ}	Messunsicherheit der Temperaturmessung	$^{\circ}\text{C}$	K
u'_{η}	relative erweiterte Messunsicherheit der Viskosität ($k = 2$)	–	–
$u'_{\varrho K}$	relative erweiterte Messunsicherheit der Kugeldichte ($k = 2$)	–	–
u'_{K}	relative erweiterte Messunsicherheit der Kugelkonstanten ($k = 2$)	–	–
W	Luftauftriebskonstante	–	–
α	Längenausdehnungskoeffizient	$\frac{1}{\text{K}}$	–

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit	weitere gesetzliche Einheiten
ϵ_t	relative Spanne der Kugelfallzeiten einer Messreihe in einem Viskosimeter	–	–
η	dynamische Viskosität	Pa · s	mPa · s
η_N	dynamische Viskosität einer Normalprobe	Pa · s	mPa · s
$\eta_{N\vartheta}$	dynamische Viskosität einer Normalprobe bei Kalibriertemperatur	Pa · s	mPa · s
ϑ	Temperatur	°C	K
ϑ_K	Kalibriertemperatur	°C	K
ϱ_F	Flüssigkeitsdichte	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
ϱ_K	Kugeldichte	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
ϱ_{KW}	Richtwert der Kugeldichte (zur Berechnung der Luftauftriebskorrektur)	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

5 Messbereich

Dynamische Viskosität: 0,6 mPa · s bis 250 000 mPa · s

Zur Realisierung dieses Bereiches werden sechs Kugeln unterschiedlichen Durchmessers verwendet. Jeder Kugel entspricht ein Teilmessbereich (siehe Tabelle 2).

Temperatur: –20 °C bis 120 °C

Messungen außerhalb dieses Temperaturbereiches sind grundsätzlich möglich (–40 °C bis 150 °C), sofern die verwendeten Materialien (z. B. Dichtungen, Zuleitungsschläuche) dafür geeignet sind. Es ist damit zu rechnen, dass die im Temperiermantel gemessene Temperatur mehr als in 8.4 angegeben von der Temperatur der Probe im Messrohr abweicht. Dies ist bei der Messunsicherheitsermittlung zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Die untere Messbereichsgrenze von 0,6 mPa · s wird bei Berücksichtigung der Mindestfallzeit t_2 nach Tabelle 3 bei einer Dichte der zu messenden Flüssigkeit von $\geq 1,0 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ erreicht.