

DIN 53019-1

ICS 17.060

Ersatz für
DIN 53019-1:1980-05 und
DIN 53018-1:1976-03

**Viskosimetrie –
Messung von Viskositäten und Fließkurven mit
Rotationsviskosimetern –
Teil 1: Grundlagen und Messgeometrie**

Viscometry –
Measurement of viscosities and flow curves by means of rotational viscometers –
Part 1: Principles and measuring geometry

Viscosité –
Mesurage des viscosités et des courbes d'écoulement par des viscosimètres à rotation –
Partie 1: Concepts fondamentaux et géométrie du mesurage

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Materialprüfung (NMP) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe	5
4 Formelzeichen und Einheiten.....	6
5 Kurzbeschreibung	7
6 Geräte.....	7
7 Probenahme und Probenvorbereitung.....	8
8 Durchführung der Messung.....	8
9 Fließfeldformen	9
Literaturhinweise	22

Vorwort

Diese Norm wurde vom NA 062-08-31 AA „Viskosimetrie“ des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. erstellt.

DIN 53019, *Viskosimetrie — Messung von Viskositäten und Fließkurven mit Rotationsviskosimetern* besteht aus:

- *Teil 1: Grundlagen und Messgeometrie*
- *Teil 2: Viskosimeterkalibrierung und Ermittlung der Messunsicherheit*
- *Teil 3: Messabweichungen und Korrekturen*

Änderungen

Gegenüber DIN 53018-1:1976-03 und DIN 53019-1:1980-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) DIN 53018-1:1976-03 und DIN 53019-1:1980-05 zusammengefasst;
- b) inhaltlich neu gegliedert und dabei an die aktuelle technische Entwicklung angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN 53788: 1974-04

DIN 53018-1: 1976-03

DIN 53019-1: 1980-05

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt durch die Beschreibung von Festlegungen bestimmter Messgeometrien Fließfelder zur Messung des Fließverhaltens von newtonschen und nicht-newtonschen Flüssigkeiten in Rotationsviskosimetern fest. Dabei wird das Fließverhalten durch die Scherviskosität¹⁾, die Scherviskositätsfunktion¹⁾, die Viskositätskurve¹⁾ oder die Fließkurve¹⁾ (graphische Darstellung des Zusammenhangs zwischen Schergeschwindigkeit und Schubspannung) beschrieben.

Die Festlegungen dieser Norm gelten unter den nachstehend aufgeführten Voraussetzungen:

- a) Die Flüssigkeit darf nicht an den Randflächen gleiten (Wandhaftung);

ANMERKUNG Wandhaftung ist nicht gleichbedeutend mit Wandbenetzung.

- b) Die Beschleunigungskräfte in der Flüssigkeit sollen so klein bleiben, dass allein die laminare, stationäre Schichtenströmung den Fließvorgang bestimmt;
- c) in der Flüssigkeit sollen örtliche und zeitliche Temperaturunterschiede so klein sein, dass sie vernachlässigt werden dürfen;
- d) die Fließfelder sind durch Randflächen beschrieben, die jeweils aus einem Zylindermantel, einem Kegelmantel oder aus einer Kreisfläche bestehen (einfache Randflächen). In der Praxis werden auch zusammengesetzte Randflächen angewendet;
- e) andere Begrenzungen als diese einfachen Randflächen sollen keinen Einfluss auf das Fließfeld haben;
- f) Rundlauffehler der Randflächen und Fluchtfehler ihrer Achsen sollen so klein sein, dass sie vernachlässigt werden dürfen.

Abweichungen hiervon führen zu einer Erhöhung der Messunsicherheit (siehe 53019-2), sofern sie nicht durch das Anbringen von Korrekturen berücksichtigt werden können (siehe DIN 53019-3).

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 1342-1, *Viskosität — Teil 1: Rheologische Begriffe*

DIN 1342-2, *Viskosität — Teil 2: Newtonsche Flüssigkeiten*

DIN 1342-3, *Viskosität — Teil 3: Nicht-newtonsche Flüssigkeiten*

DIN 53019-2, *Viskosimetrie — Messung von Viskositäten und Fließkurven mit Rotationsviskosimetern — Teil 2: Viskosimeterkalibrierung und Ermittlung der Messunsicherheit*

DIN 53019-3, *Viskosimetrie — Messung von Viskositäten und Fließkurven mit Rotationsviskosimetern — Teil 3: Messabweichungen und Korrekturen*

1) Siehe DIN 1342-1.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 1342-1, DIN 1342-2, DIN 1342-3 und die folgenden Begriffe.

3.1

Messspalt

Raum zwischen den Randflächen

3.2

Spaltweite

Abstand der Randflächen

(z. B. gegeben durch Radiendifferenz, Kegelwinkel, Plattenabstand).

ANMERKUNG Für gegebene Winkelgeschwindigkeit legt die Spaltgeometrie die Schergeschwindigkeit $\dot{\gamma}$ (siehe DIN 1342-1) in der Flüssigkeit im Messspalt fest.

3.3

Grundströmung

bei hinreichend kleinen Winkelgeschwindigkeiten Ω stationäre Strömungsform im Messspalt

ANMERKUNG In jedem Rotationsviskosimeter, in dessen Messspalt nur die Grundströmung herrscht, existieren Rotationsflächen gleicher Winkelgeschwindigkeit (Flüssigkeitsschichten, die so rotieren, als wären sie starr); für sie gilt die Beziehung (1):

$$0 \leq \omega \leq \Omega \quad (1)$$

Alle Flächen mit $\omega = \text{konst.}$ sind coaxial angeordnet. Für jede Winkelgeschwindigkeit ω gibt es im Messspalt genau eine zusammenhängende Fläche.

3.4

Fließfeld

Gesamtheit der Bewegungszustände der Flüssigkeit im Viskosimeter.

ANMERKUNG Das Fließfeld wird durch die linearisierte Navier-Stokes-Gleichung beschrieben.

3.5

Fließfeldkoeffizient

k

gegeben durch den Quotienten der Schubspannungskonstanten k_τ und der Schergeschwindigkeitskonstanten $k\dot{\gamma}$

ANMERKUNG Der Fließfeldkoeffizient k verknüpft die Winkelgeschwindigkeit Ω und das Drehmoment M mit der dynamischen Viskosität η der Flüssigkeit durch Gleichung (2):

$$\eta = k \cdot \frac{M}{\Omega} \quad (2)$$

Der Fließfeldkoeffizient k hat die Dimension $(\text{Länge})^{-3}$. Er kann aus der Form und aus den Abmessungen des Messspalts berechnet werden. k kann auch durch Kalibrieren mit einer newtonschen Flüssigkeit bekannter Viskosität ermittelt werden.

4 Formelzeichen und Einheiten

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in Tabelle 1 angegebenen Formelzeichen und Einheiten.

Tabelle 1 — Formelzeichen und Einheiten

Formelzeichen	Bedeutung	SI-Einheit	Weitere gebräuchliche Einheit
η	dynamische Viskosität	Pa·s	mPa·s
M	Drehmoment	N·m	mN·m
ω, Ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s	
k	Fließfeldkoeffizient	m ⁻³	mm ⁻³
k_τ	Schubspannungskonstante	m ⁻³	mm ⁻³
$k\dot{\gamma}$	Schergeschwindigkeitskonstante	—	—
Δ	Spaltweite bei Zylindermesssystemen	m	mm
δ	Radienverhältnis bei Zylindersystemen	—	—
L	Länge des zylindrischen Teils des Innenzylinders bei Zylindermesssystemen	m	mm
n	Drehzahl	s ⁻¹	—
R, R_i, R_a	Radius ^a	m	mm
R_s	Schaftradius bei Zylindersystemen	m	mm
τ, τ_i, τ_a	Schubspannung ^a	Pa	MPa
$\dot{\gamma}, \dot{\gamma}_i, \dot{\gamma}_a$	Schergeschwindigkeit ^a	s ⁻¹	—
β	Stirnflächen-Kegelwinkel bei Zylinder-Standardgeometrien	rad	°
α	Spaltwinkel bei Kegel-Platte-Systemen	rad	°
H	Plattenabstand bei Platte-Platte-Geometrien	m	mm

^a Bei Zylindersystemen bezeichnet Index i den Innenzylinder, Index a den Außenzylinder.

5 Kurzbeschreibung

Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich im Messspalt zwischen den rotationssymmetrischen und koaxial angeordneten Randflächen, von denen die eine mit der Winkelgeschwindigkeit Ω rotiert (Rotor), die andere ruht (Stator).

Ermittelt werden die Drehzahl und das Drehmoment, das nötig ist, um den Reibungswiderstand der Flüssigkeit im Ringspalt zu überwinden. Aus den geometrischen Abmessungen des Systems sowie den ermittelten Drehmoment- und Drehzahlwerten lassen sich die in der Flüssigkeit herrschende Schubspannung und die Schergeschwindigkeit berechnen.

Für Rotationsviskosimeter mit vorgegebener Winkelgeschwindigkeit stellt sich das zugehörige Drehmoment ein; es ist proportional zur Viskosität. Der nutzbare Bereich der Winkelgeschwindigkeit Ω kann durch den messbaren Drehmomentbereich eingeschränkt sein.

Für Rotationsviskosimeter mit vorgegebenem Drehmoment stellt sich die Winkelgeschwindigkeit Ω ein; sie ist umgekehrt proportional zur Viskosität. Der nutzbare Bereich des Drehmomentes kann durch den messbaren oder hydrodynamisch zulässigen Bereich der Winkelgeschwindigkeit eingeschränkt sein.

6 Geräte

Zur Messung von Viskositäten und Fließkurven mit Rotationsviskosimetern sind die in diesem Abschnitt genannten Geräte erforderlich.

6.1 Rotationsviskosimeter

Das Rotationsviskosimeter besteht aus einem mechanischen Grundgerät (z. B. auch Stativ mit Haltevorrichtung), welches die Justierung der beiden Messsystemkomponenten sicherstellt, aus dem Messsystem (koaxiale Zylinder, Kegel-Platte oder Platte-Platte) zur Erzeugung eines definierten Fließfeldes und einer Antriebsvorrichtung sowie Einrichtungen zur Messung des Drehmoments und der Winkelgeschwindigkeit.

6.2 Temperiereinrichtung

Zur Temperierung der im Messsystem befindlichen Probe werden Temperiereinrichtungen verwendet, bei denen entweder eine der beiden Messsystem-Komponenten (z. B. die Platte bei Kegel-Platte-Systemen oder der Messbecher bei Zylindersystemen) thermostatisiert wird oder bei denen das gesamte Messsystem in eine Temperierkammer (z. B. elektrisch beheizter Ofen) eingebracht wird.

Für die Thermostatisierung können dabei Flüssigkeitsthermostate oder elektrische Heiz- oder Kühlelemente (Peltier-Elemente) verwendet werden, die Wärmeübertragung kann auch durch Gas erfolgen.

6.3 Temperaturmessung

Zur Bestimmung der Proben temperatur können direkt in die Probe eintauchende Temperaturfühler verwendet werden. Je nach Größe des Messspalts eignen sich elektrische Berührungsthermometer, z. B. Thermoelemente oder Widerstandsthermometer. Die Temperaturmessung erfolgt hier vor und/oder nach der Scherung der Probe (Viskositäts- bzw. Fließkurvenmessung), da das Eintauchen des Thermometers das Fließfeld stört.

Die Proben temperatur kann auch indirekt mit Temperaturfühlern bestimmt werden, die in die Messsysteme oder in den das Messsystem umgebenden Temperiermantel eingebaut sind. Hierbei kann die Temperaturmessung kontinuierlich während der gesamten Messung erfolgen.