

Messung von instabilen viskosen Flüssigkeiten mittels einer relativen Geometrie – Wandfarbe

Claire Strasser und Senol Gezgin

Einleitung

Geometrien in der Rheologie, die rheometrische Strömung ermöglichen, wie z.B. Kegel/Platte und Zylindermesssysteme, werden für Rotationsmessungen bevorzugt eingesetzt, da sie zu absoluten Werten der Scherviskosität führen. Die auf die Probe aufgebrachte Scherrate und Schubspannung sind über den Messspalt mit der entsprechenden Auslenkung bzw. über das Drehmoment eindeutig definiert.

Manche Messungen lassen sich jedoch mit solchen Geometrien nicht durchführen, z.B. wenn Sedimentation auftritt oder die Probe große Partikel enthält. In diesen Fällen lässt sich die Viskosität dank der Verwendung einer „relativen“ Geometrie – so genannt, da das Scherratenprofil nicht vollkommen einheitlich ist – trotzdem bestimmen.

In Abbildung 1 ist eine dieser Geometrien gezeigt. Das Doppelkugel-Messsystem wurde für Messungen an Baumaterialien, die oft große Partikel enthalten, entwickelt.

Messungen, die an zwei Proben mit demselben Doppelkugel-Messsystem und demselben Gerät durchgeführt werden, sind vergleichbar. Man sollte jedoch beachten, dass sie aufgrund des ungleichmäßigen Scherfelds nicht absolut sind.

In der folgenden Diskussion wird eine mit einer absoluten Geometrie durchgeführte Messung mit den Ergebnissen einer Messung mit Doppelkugel-Messsystem verglichen. Dafür wird eine Probe verwendet, die eine Messung mit einer absoluten Geometrie erlaubt, um einen Vergleich beider Messgeometrien zu ermöglichen.

Messparameter

Eine Rotations- (Viskositäts-)Messung an Wandfarbe wird mit dem Doppelkugel-Messsystem (relative Geometrie) und einem Kegel/Platte-System (absolute Geometrie) durchgeführt.



1 Doppelkugel-Messsystem

APPLICATIONNOTE Messung von instabilen viskosen Flüssigkeiten mittels einer relativen Geometrie – Wandfarbe

Die für diese Untersuchungen angewandten Bedingungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Bei Rheometern werden in der Regel Geometriekonstanten als Umrechnungsfaktoren eingesetzt, um Geräteparameter wie Drehmoment und Auslenkung in Schubspannung und Scherrate umrechnen zu können. Für Kegel/Platte-Geometrien sind diese Konstanten genau definiert¹. Für eine relative Geometrie wie dem Doppelkugel-Messsystem wird jedoch ein neueres Verfahren² eingesetzt, um diese erwähnten Geometriekonstanten zu erstellen. Somit kann ein Vergleich mit den

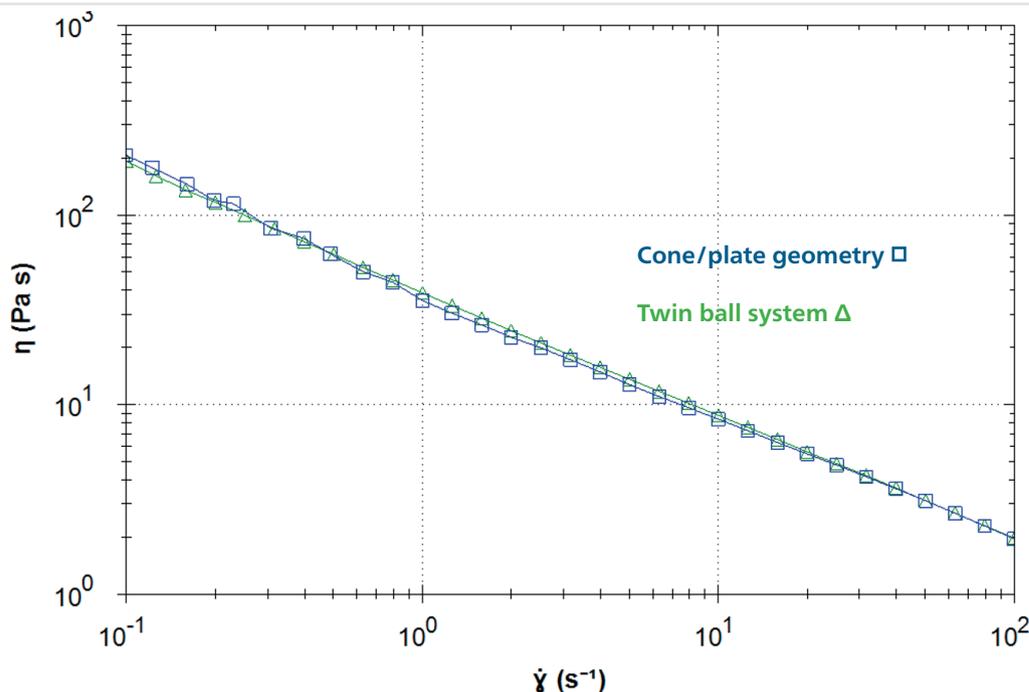
Werten gezogen werden, die mit einer absoluten Geometrie erhalten wurden. Die unten dargestellte Messung mit der relativen Geometrie wurde nach Anwendung dieses Verfahrens durchgeführt.

Messergebnisse

In Abbildung 1 sind die Kurven der beiden Messungen während der stationären Viskositätsmessung zwischen Scherrate 0,1 und 100 s⁻¹ dargestellt.

Tabelle 1. Messbedingungen

Probe	Wandfarbe	
Gerät	Kinexus ultra+	
Geometrie	Absolut: CP1/40 (Kegel-Platte, Durchmesser: 40 mm, Kegelwinkel: 1°)	Doppelkugel-Messsystem
Messspalt	26 µm	1 mm (Abstand zwischen Kugeln und Bodenbecher)
Scherrate	0,1 bis 100 s ⁻¹	



1 Scherviskositätskurven von Wandfarbe, gemessen mit der Kegel/Platte-Geometrie (blau) und dem Doppelkugel-Messsystem (grün)

¹ Macosko CW: Rheology Concepts, Principles and Applications, Wiley-VCH (1992)

² Duffy JJ, Hill AJ, Murphy SH: Simple method for determining stress and strain constants for non-standard measuring systems on a rotational rheometer, Appl. Rheol. 25 (2015) 42670.

APPLICATIONNOTE Messung von instabilen viskosen Flüssigkeiten mittels einer relativen Geometrie – Wandfarbe

Die Kurven demonstrieren eine gute Übereinstimmung zwischen den mit dem Doppelkugel-Messsystem erhaltenen Scherviskositätswerten und den Werten, die aus der Messung mit dem Kegel/Platte-System für die drei gemessenen Scherratendekaden resultieren.

Zusammenfassung

Eine absolute Geometrie wie die Kegel/Platte-Geometrie ist die erste Wahl für den Erhalt von Scherviskositätswerten. Ist eine Probe jedoch sehr instabil, d.h. es tritt

Sedimentation oder Separation auf oder die Probe enthält große Partikel, ist eine absolute Geometrie ungeeignet, da sie zu falschen Scherviskositätswerten führt, während das Doppelkugel-Messsystem konsistentere und repräsentativere Informationen über das Viskositätsverhalten der Proben bei einer rheologischen Untersuchung liefert.

In dieser Arbeit konnte aufgezeigt werden, dass sich die Scherviskosität einer Substanz mittels Messungen mit dem Doppelkugel-Messsystem gut annähern lassen.