

## Der Paddelrührer: Die Lösung für die Messung der Viskosität trotz Sedimentation

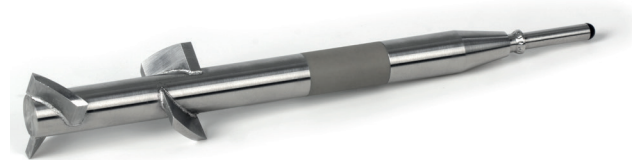
Claire Strasser und Senol Gezgin

### Einleitung

Der Paddelrührer mit 2 Flügelreihen, im Folgenden „Rührer“ genannt (Abbildung 1) besitzt die richtige Geometrie für Proben, die während der Messung kontinuierlich dispergiert werden müssen, um eine ausgeprägte Sedimentation auf einer kurzen Zeitskala zu verhindern. Da die angewandte Scherrate nicht vollkommen gleichmäßig ist, sollte diese Art von Geometrie eher als eine „relative“ Geometrie betrachtet werden, mit der die Größenordnung der Viskosität ermittelt werden kann. Im Gegensatz dazu führt eine Messung mit absoluter Geometrie wie einem Kegel-Platte-System zu den absoluten Werten der Scherviskosität. Mit dieser absoluten Geometrie werden Scherrate und die auf die Probe ausgeübte Schubspannung eindeutig durch den Messspalt mit der Winkelgeschwindigkeit bzw. dem Drehmoment definiert.

Zwei Messungen, die an zwei Proben mit derselben relativen Geometrie durchgeführt wurden, können miteinander verglichen werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass sie aufgrund des ungleichen Scherfelds nicht direkt absolute Ergebnisse liefern.

Im Folgenden wird ein mit einer absoluten Geometrie durchgeführter Versuch mit dem mittels eines Rührers



1 Paddelrührer mit 2 Flügelreihen

durchgeführten Versuch verglichen, um die Unterschiede aufzuzeigen.

### Messbedingungen

Es wurde eine Rotationsmessung (Viskositätsmessung) an einer Wandfarbe mit dem Rührer (relative Geometrie) und einem Kegel-Platte-System (absolute Geometrie) durchgeführt.

In Tabelle 1 sind die Bedingungen für diese Untersuchung aufgelistet.

**Tabelle 1.** Messbedingungen

Probe	Wandfarbe		
Gerät	Kinexus ultra+		
Geometrie	Absolut: CP4/40 (Kegelplatte, Durchmesser: 40 mm, Kegelwinkel: 4°)		Relativ: Becher 25 mm, Rührer
Spalt	146 µm		5 mm
Scherrate	0,1 bis 100 s <sup>-1</sup>		
Temperatur	25 °C		

## APPLICATIONNOTE Der Paddelrührer: Die Lösung für die Messung der Viskosität trotz Sedimentation

Bei allen Rheometern werden Geometriekonstanten als Umrechnungsfaktoren verwendet, um Geräteparameter wie Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit in Schubspannung und Scherrate umzurechnen. Für Kegel und Platte sind diese Konstanten gut definiert<sup>1</sup>. Für eine neue relative Geometrie wie dem Rührer wird ein neueres Verfahren<sup>2</sup> angewandt, um eine bessere Übereinstimmung mit der absoluten Geometrie zu erzielen.

### Messergebnisse

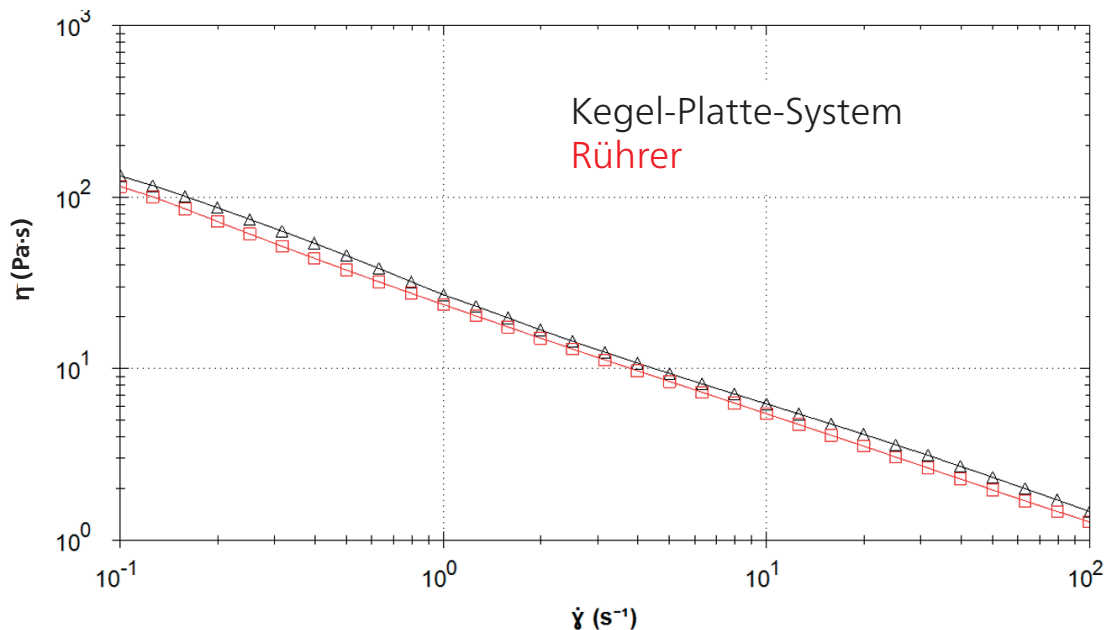
Abbildung 1 zeigt die Kurven der Ergebnisse beider Messungen während der Viskositätsmessung im stationären Zustand bei Scherraten zwischen 0,1 und 100 s<sup>-1</sup>.

Die mit dem Rührer ermittelten Scherviskositätswerte weichen um 10 bis 15 % von den absoluten Werten ab, die aus der Messung mit dem Kegel-Platte-System stammen. Dieser Fehler ist über die gesamte Messung nahezu konstant und ist aufgrund des ungleichmäßigen Scherprofils mit einer nicht absoluten Geometrie zu erwarten. Es ist möglich, eine manuelle Anpassung der

Geometriekonstanten vorzunehmen, um diesen Versatz zu minimieren; in diesem Anwendungshinweis werden jedoch die Standardwerte der diskutierten Methode<sup>2</sup> verwendet, um die zu erwartenden Unterschiede bei der Verwendung neuer und relativer Geometrien zu demonstrieren.

### Zusammenfassung

Eine absolute Geometrie wie das Kegel-Platte-System ist die erste Wahl für die Ermittlung von Scherviskositätswerten. Ist eine Probe jedoch sehr instabil, d.h. es tritt Sedimentation oder Entmischung auf, kann die Anwendung der absoluten Geometrie eingeschränkt sein, da sie falsche Scherviskositätswerte liefert. In diesem Fall kann der Rührer konsistentere und repräsentativere Informationen über das Viskositätsverhalten der Probe während einer rheologischen Untersuchung liefern. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass Messungen mit dem Rührer zu einer guten Annäherung an die Scherviskositätswerte einer Substanz führen.



2 Scherviskositätskurve einer Wandfarbe, gemessen mit der Kegel/Platte-Geometrie (schwarz) und dem Rührer (rot)

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

<sup>2</sup> 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.