



## Tribo-Rheometrie Zubehör für HAAKE MARS Rheometer Zur Bestimmung von Reibung, Schmierung und Verschleiß

### Autoren

Cornelia Küchenmeister-Lehrheuer  
und Fabian Meyer  
Thermo Fisher Scientific, Karlsruhe

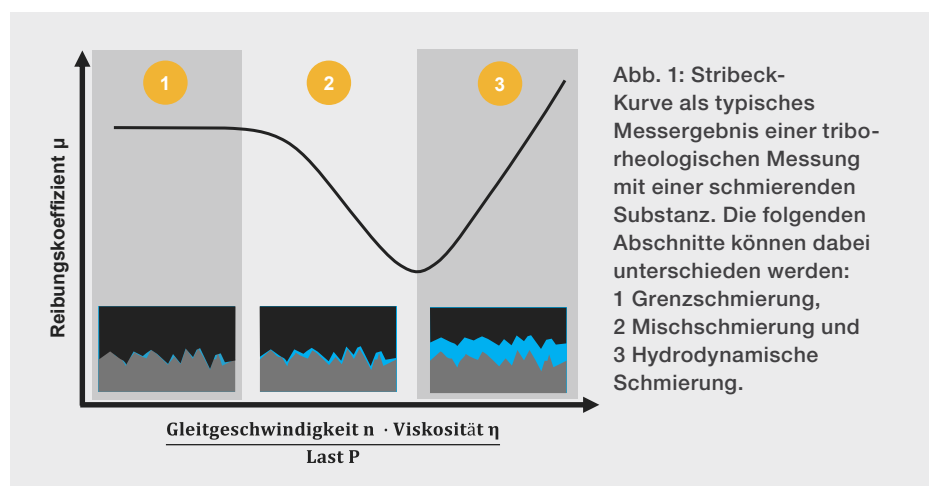
### Keywords

HAAKE MARS IQ Rheometer-Serie,  
HAAKE MARS 40 / 60, Tribo-  
Rheometrie, Reibungskoeffizient,  
Normalkraft, Stribeck-Kurve

### Einführung

Tribologie ist die Lehre von Reibung, Schmierung und Verschleiß von Oberflächen. Sie spielt in vielen Bereichen des täglichen Lebens eine wichtige Rolle.<sup>1,2</sup> Gleiches gilt für die Rheologie. Moderne Rotationsrheometer sind universelle Labormessgeräte, die kombinierte Messungen mit anderen analytischen Methoden aber auch weiterführende Untersuchungen, über die reine Rheologie hinaus, ermöglichen. Dazu zählt auch die Tribo-Rheometrie.

Ein Rotationsrheometer kann mittels geeigneter Messgeometrien für tribo-rheologische Tests eingesetzt werden, wenn dieses über einen automatischen Lift zur genauen Spaltkontrolle verfügt und definierte Normalkräfte während einer Messung vorgeben kann. Tribo-Rheometrie Messgeometrien bestehen aus zwei in Kontakt stehenden, relativ zueinander bewegten Oberflächen. Die Wechselwirkung (Reibung) der beiden Oberflächen kann dabei direkt oder in Abhängigkeit einer reibungsverändernden (schmierenden) Substanz gemessen werden. Typische tribo-rheologische Test beinhalten die Bestimmung eines Reibungskoeffizienten als Funktion der Relativgeschwindigkeit der beiden Oberflächen. Die daraus resultierenden Daten werden in Form einer sogenannten Stribeck-Kurve dargestellt, wie in Abb. 1 schematisch ersichtlich. Der ermittelte Reibungskoeffizient hängt dabei von den Vorgabeparametern (Normalkraft und Geschwindigkeitsbereich), den verwendeten Oberflächenmaterialien, der schmierenden Substanz und der Temperatur ab.



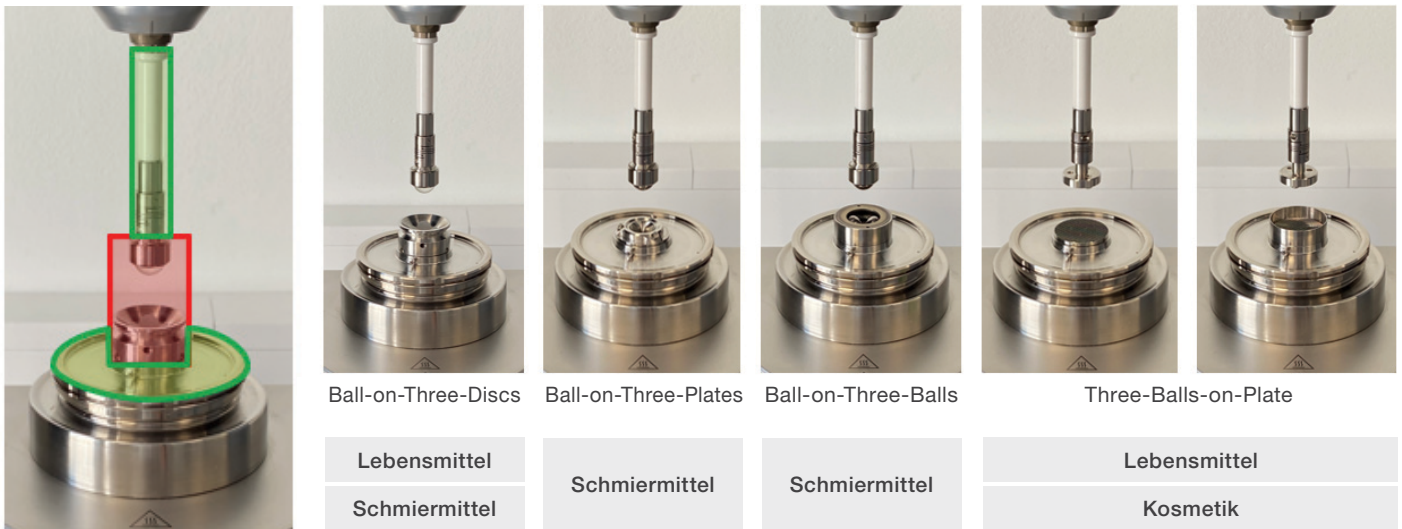


Abb. 2: Links: Modularer Aufbau der Tribo-Rheometrie Messgeometrie mit austauschbaren Einsätzen für den Rotor und die untere Platte. Rechts: Verschiedene Kombinationen und typische Anwendungsgebiete.

Für die Thermo Scientific™ HAAKE™ MARS™ Rheometer stehen verschiedene Tribo-Rheometrie Messgeometrien zur Verfügung. Diese bestehen aus einem oberen Rotor mit Schnellkupplung und automatischer Erkennung („Connect Assist“) und einem unteren Aufsatz, in den auch eine zu untersuchende Probe eingebracht werden kann. Der Rotor und auch der untere Aufsatz sind so modular aufgebaut, dass verschiedene Kombinationen aus unterschiedlichen geometrischen Anordnungen möglich sind (Abb 2). Als Oberflächen stehen für den Rotor Kugeln mit Durchmessern von 1/2“ und 1/4“ aus verschiedenen Materialien (Stahl, Edelstahl, Keramik und Glas) zur Verfügung. Gleiches gilt für den unteren Aufsatz im Hinblick auf Form (Kugeln, Platten oder Scheibe) und Material. Die folgenden Tribo-Rheometrie Messgeometrien sind einzeln erhältlich: „Ball-on-Three-Balls“, „Ball-on-Three-Plates“, „Ball-on-Three-Discs“ und

„Three-Balls-on-Plate“. Um temperaturabhängige Messungen durchzuführen, kann die Tribo-Rheometrie Messgeometrie mit einer Standard-Temperiereinheit für Platten- und Kegel-Messgeometrien und einer zusätzlichen Abdeckhaube oder aktiven oberen Temperierung genutzt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, tribo-rheologische Untersuchungen in einer Temperierkammer (Abb. 3)<sup>3</sup> durchzuführen, die eine homogene Temperaturverteilung über einen weiten Temperaturbereich sicherstellt. Um mit maximaler Flexibilität auf tribo-rheometrische Fragestellungen reagieren zu können, ist das universelle Toolkit „Tribo-Rheometrie“ erhältlich. Über das optionale HAAKE RheoWin™ Software Modul „Tribo-Rheometrie“ stehen dem Nutzer spezifische tribologische Größen sowie eine Auswahl an Mess- und Auswerteroutinen zur Verfügung.

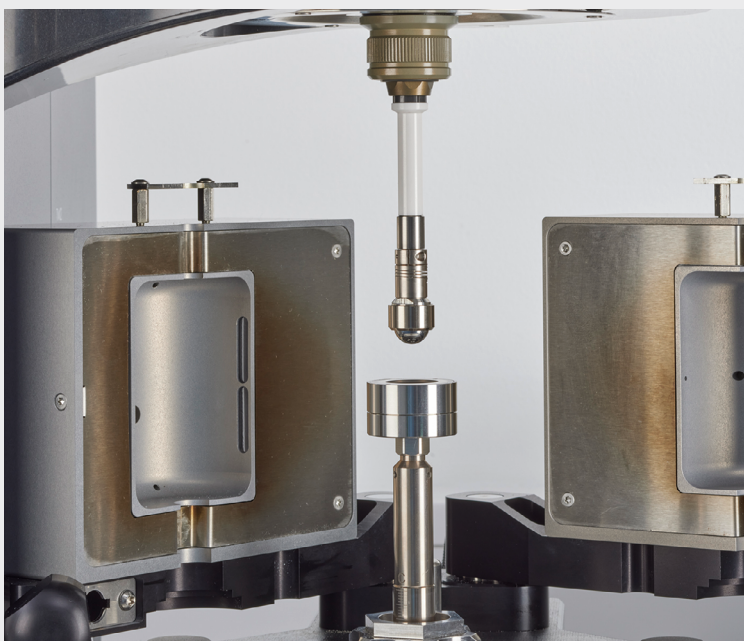


Abb. 3: Temperaturabhängige tribo-rheologische Messungen unter Verwendung einer Temperierkammer für die HAAKE MARS iQ Rheometer-Serie.<sup>3</sup>

**Bestellinformationen**

Beschreibung	Bestellnummern
Tribologie-Messgeometrie „Ball-on-Three-Discs“ TR13 B3D (Kugeln: Glas, Scheiben: PDMS) für Schmierfette und Lebensmittel	222-2504
Tribologie-Messgeometrie „Ball-on-Three-Balls“ TR13 B3B (Kugeln: Edelstahl) für Schmierfette	222-2505
Tribologie-Messgeometrie „Ball-on-Three-Plates“ TR13 B3P (Kugeln: Edelstahl, Platten: Edelstahl) für Schmierfette	222-2506
Tribologie-Messgeometrie „Three-Balls-on-Plate“ TR12 3BP (Kugeln aus unterschiedlichen Materialien: Edelstahl, Glass und ZrO <sub>2</sub> , Platte: Edelstahl) für Lebensmittel und Kosmetika	222-2507
Universelle Toolbox „Tribo-Rheometry“ für maximale Flexibilität mit Rotor und Einsätzen für 1 Kugel ½“, 3 Kugeln ¼“, unterer Halter mit Einsätzen für 3 Kugeln ½“, 3 Platten, 3 Scheiben, zweigeteilte Proberaumabdeckung, repräsentative Auswahl an Verbrauchsmaterialien und notwendige Werkzeuge	222-2527
HAAKE RheoWin Software Modul „Tribo-Rheometry“	098-5082
Zweigeteilte Proberaumabdeckung aus PEEK	222-2526
Abstandsring zur Verwendung von Tribo-Rheometrie Messgeometrien mit aktiver oberer Temperierung	222-2535
Set mit ½“ Kugeln (10 Stk.)	
Aus Edelstahl (1.4404)	222-2517
Aus Stahl (1.3505)	222-2516
Aus Glas	222-2518
Set mit ¼“ Kugeln (10 Stk.)	
Aus Edelstahl (1.4404)	222-2519
Aus Glas	222-2524
Aus ZrO <sub>2</sub>	222-2525
Set mit Scheiben (30 Stk.)	
Aus Stahl (1.2210 gehärtet)	222-2512
Aus PDMS	222-2513
Set mit Platten (30 Stk.)	
Aus Edelstahl (1.4301)	222-2514

**Referenzen**

- Gabriela Saavedra, Measuring meat analog lubricating properties with soft tribology, Thermo Fisher Scientific Application Report LR94
- Philipp Beutler, The effect of aging on friction, wear, and lubrication of Diesel engine oil during usage, Thermo Fisher Scientific Application Report V306
- Temperierkammer für HAAKE MARS iQ Rheometer Serie, Thermo Fisher Scientific Data Sheet D038