# TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme – Institut für Mechanik

FG Systemdynamik
und Reibungsphysik

Prof. Dr. Valentin L. Popov
Dipl.-Ing. B. Grzemba

## Kontaktmechanik und Reibungsphysik – 14 Übung

WiSe 2013/14

**1) Rheologie von Schmiermitteln**

a) Berechnen Sie die Geschwindigkeits-und Druckverteilung in einer Quetschströmung einer nicht-linearen viskosen Flüssigkeit zwischen zwei runden Platten. Als rheologisches Gesetz sei

$$\dot{\gamma} = \dot{\gamma}_0 \left( \frac{\tau}{\tau_0} \right)^n$$

angenommen.

( $\gamma$ Scherdeformation, $\dot{\gamma}$ Schergeschwindigkeit, $\tau_0$ charakteristische Spannung (im Grenzfall: Fließspannung), $n$ ungerade natürliche Zahl)

b) Berechnen Sie die restliche Schichtdicke im Falle eines ideal plastischen Fließgesetzes, d.h. $n \to \infty$.

**2) Viskoelastizität, Rheologie: Messung des komplexen G-Moduls**

Eine einfache Methode zur Bestimmung des Speicher- und Verlustmoduls von Elastomeren bietet das Torsionspendel (Abb. 1). Hierbei wird eine zylindrische Probe mit dem Radius $R$ und der Länge $l$ aus einem Elastomer an einem Ende fest eingespannt und am anderen Ende mit einem Rotationsträgheitsmoment $\theta$ verbunden.

Das Pendel wird zum Zeitpunkt $t = 0$ aus dem Gleichgewicht ausgelenkt und losgelassen. Aus den gemessenen Werten für Schwingungsfrequenz und Dämpfung sind der Speicher- und Verlustmodul zu bestimmen.

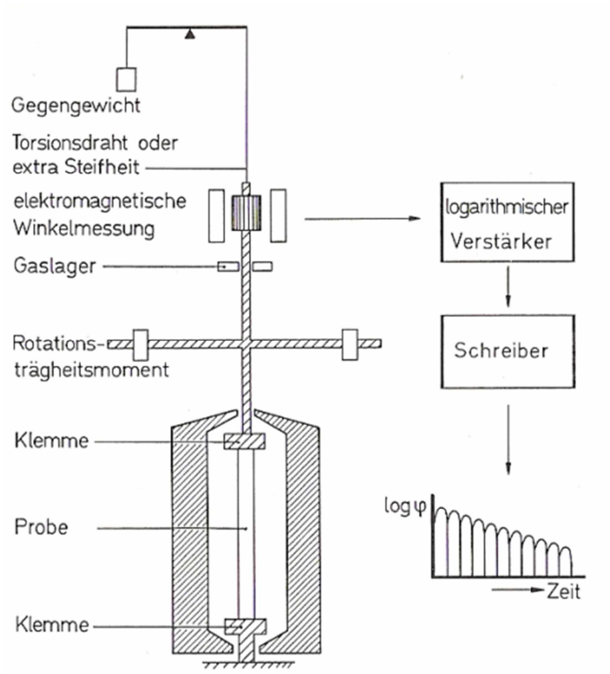


**Abb. 1:** Aufbau eines Torsionspendels zur Messung des komplexen G-Moduls

## Kontaktmechanik und Reibungsphysik – 14 Übung

WiSe 2013/14

**Hausaufgabe: Schmierung unter hohen Lasten**

**3)** In hoch beanspruchten geschmierten Kontakten wie in Wälzlagern, Zahnrädern oder Nockenstößeln werden die Oberflächen der Kontaktpartner elastisch deformiert. Das Problem der Dynamik des Schmiermittels unter Berücksichtigung der elastischen Deformationen bezeichnet man als *Elastohydrodynamik*. In dieser Aufgabe untersuchen wir den Grenzfall *sehr hoher* Belastungen. Unter diesen Bedingungen muss die exponentielle Druckabhängigkeit der Viskosität berücksichtigt werden:

$$\eta = \eta_0 e^{\alpha p}$$

Betrachten Sie ein linear viskoses Fluid, d.h. eine Newtonsche Flüssigkeit, das den Spalt zwischen zwei paralleler sich nähernder, runder Platten füllt. Die Platten nähern sich mit der Geschwindigkeit $\dot{h}$ , die momentane Spaltbreite sei $h$ . Die Platten haben den Radius $R$ , außerhalb herrsche der Druck $p_{\mathrm{ext}}$ .

a) Der Druckgradient ist aus der VL bekannt: $\dfrac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}r} = \dfrac{6\eta r\dot{h}}{h^3}$ . Bestimmen Sie $p(\mathrm{r})$ .

a) Nehmen Sie an, durch eine sehr hohe äußere Last gelte $p(r=0) \to \infty$ , der Druck im Zentrum werde beliebig hoch. Welche Annäherungsgeschwindigkeit stellt sich ein? Was ist der qualitative Unterschied im Ergebnis im Vergleich zu dem Fall $\eta = \eta_0 = \text{const.}$ ?