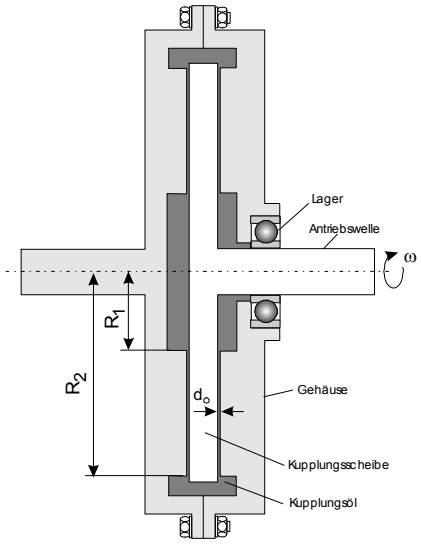
Übungsaufgaben 14 Reale Fluide

3.) {3*98} Zur Erzeugung eines drehzahlabhängigen Drehmomentes wird häufig eine sogenannte Viskosekupplung verwendet (z.B. Lüfterrad eines PKW, s. Bild). Eine mit der Antriebswelle verbundene zylindrische Scheibe rotiert im Ölbad (Viskosität η) innerhalb des Kupplungsgehäuses. Das Drehmoment wird durch Flüssigkeitsreibung von der Kupplungsscheibe auf das Kupplungsgehäuse übertragen. Berechnen Sie dieses Drehmoment, wenn sich die Antriebswelle gegenüber dem Kupplungsgehäuse mit der Winkelgeschwindigkeit ω dreht.
Hinweis: Es soll das Newtonsche Reibungsgesetz angewendet werden. Reibungskräfte sind nur im Bereich von R_1 bis R_2 der Kupplungsscheibe zu betrachten, wobei d_0 die Dicke der Ölschicht ist. Das axiale Geschwindigkeitsgefälle innerhalb der Ölschicht sei konstant. Berechnen Sie zunächst das Drehmoment dM, das durch ein geeignet gewähltes Flächenelement dA übertragen wird.



5.) {3} Flüssigkeit der Viskosität η und der Dichte ρ strömt durch ein "Rohr" der Länge l mit rechteckigem Querschnitt der Kantenlängen a und b, wobei gilt $a>>b$. Bestimmen Sie das Geschwindigkeitsprofil parallel zu b bei einem Druckabfall über die Rohrlänge von Δp sowie den Volumenstrom! Leiten Sie diese Formeln in Analogie zur Hagen-Poiseuilleschen Formel ab, vernachlässigen Sie dabei die Reibung an den schmalen Seitenkanten!

7b.) {3} Wasser fließt aus einem zylindrischen Gefäß mit dem Durchmesser D, durch ein seitlich angebrachtes horizontales Rohr mit der Länge l und dem Innendurchmesser d heraus. Die Höhe der Flüssigkeitssäule über der Ausflussöffnung ist zunächst H. Wie lange dauert es, bis sich der Topf zur Hälfte entleert hat?
geg.: $H = 60$ cm, $l = 120$ cm, $D = 20$cm, $d = 2$ mm, $\eta = 1{,}065$ mPa s
Hinweis: Die Lösung lässt sich formal deutlich vereinfachen, wenn Sie berücksichtigen, dass gilt $d << D$. Weiterhin ist die Feststellung wichtig, dass im aktuellen Fall die Strömung *reibungsdominiert* ist, worunter zu verstehen ist, dass die Strömung im Vergleich mit dem reibungsfreien Ausfließen ganz erheblich langsamer verläuft.