Der virtuelle Sandkasten

Ass.Prof. DI Dr. Stefan Radl
TU Graz

Besuch BG/BRG Seebacher (Oberstufe)

Übung „Sichten & Zyklon“

27. Jänner 2018

Überblick

- **Versuch “Sichten & Zyklon”**
- **Ca. 9.45 Uhr**: Besprechung der Aufgabenstellung (Bearbeitung in 2er Teams)
- Parallel dazu: je 4…6 Schüler/Innen zur Virtual Sandbox
- **Ca. 10.30 Uhr**: Auflösung der Aufgabenstellung & Feedback
- **Ca. 11.00 Uhr**: Labore Partikeltechnik
- **Ca. 11.45 Uhr**: Ende

Aufgabe: Der Zyklon

- Zeitbedarf: **90 min (30 min Experiment, 45 min Bearbeitung, 15 min Auflösung)**

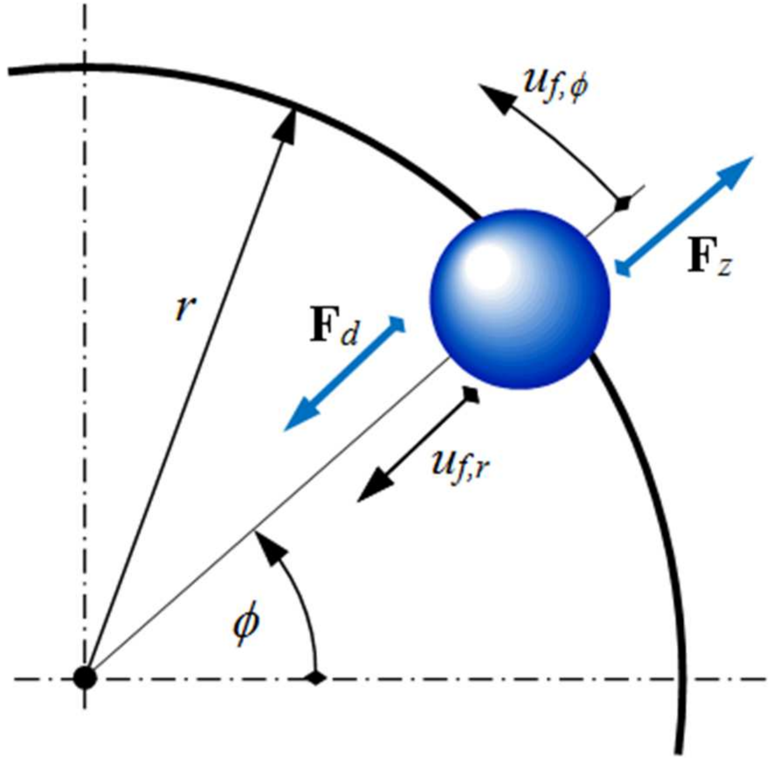
- Zentrale Frage: **Größe des “kritischen Partikels”, welches in einem Zyklon gerade noch abgeschieden werden kann**

dyson

Aufgabe: Der Zyklon

- Hinweise

Das kritische Partikel (Kugel, Durchmesser d_p) kreist auf **einem Orbit mit Radius r (= Radius des Tauchrohres)** im **Kräftegleichgewicht**



Die Umfangsgeschwindigkeit $u_{f,\phi}$ entspricht **ca. 3 x der Axialgeschwindigkeit v** im Tauchrohr.

Die Radialgeschwindigkeit $u_{f,r}$ entspricht der **Sedimentationsgeschwindigkeit u_{sed}**. Die Radialgeschwindigkeit ist näherungsweise der Quotient aus Volumendurchsatz und der Zylinderfläche $2\, r\, \pi\, h_i$.

Achtung: **Bezugssystem bewegt sich mit dem Partikel mit**! Deshalb wirkt die Zentrifugalkraft **NACH AUSSEN** (d.h., Richtung „ $+r$ “)

h_i … „innere Höhe“ des Zyklons

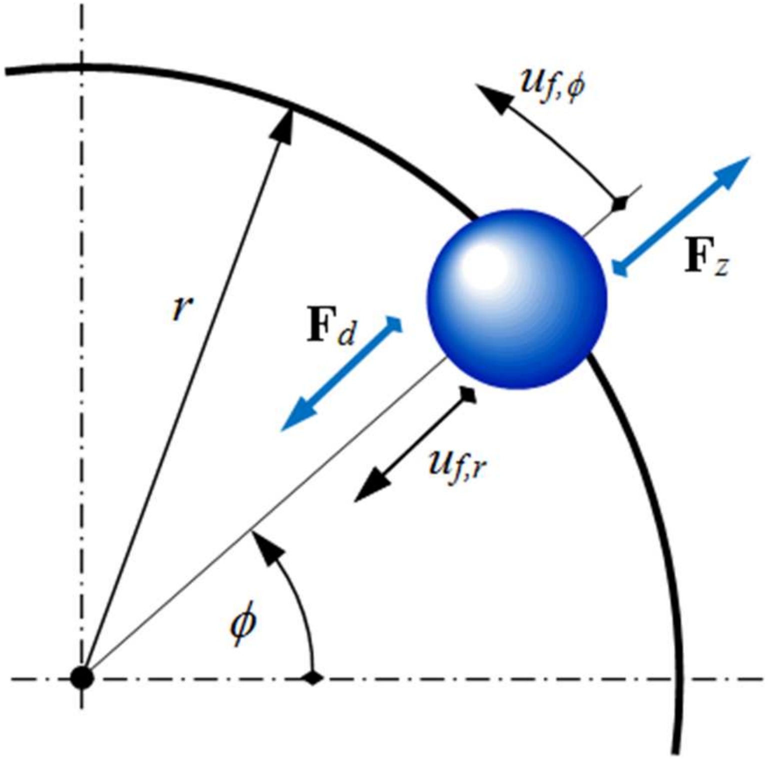
Aufgabe: Der Zyklon

- Hinweise

Kräftegleichgewicht heißt, dass die Zentrifugalkraft F_z der Widerstandskraft F_d entspricht

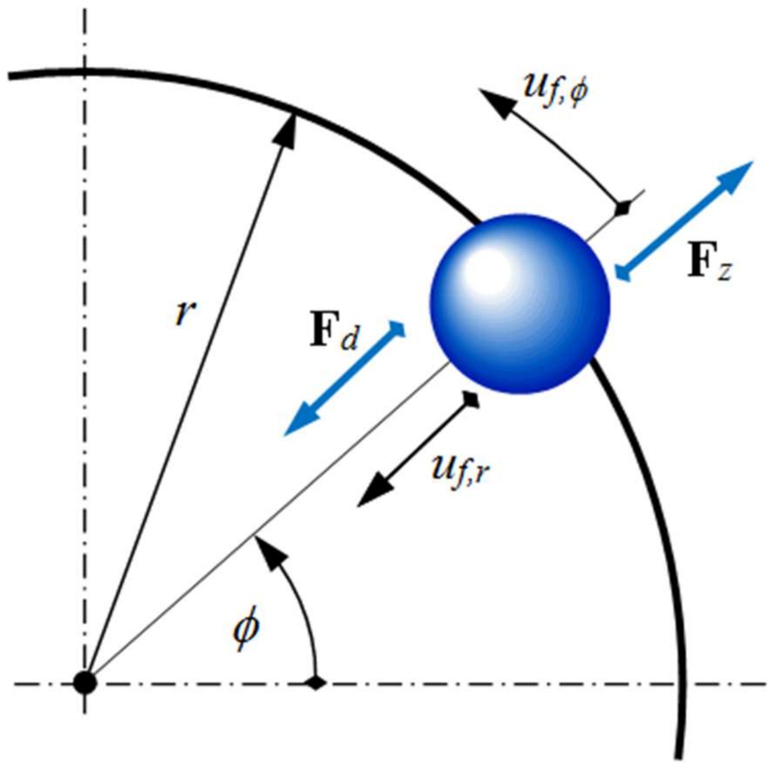
Die Widerstandskraft F_d kann durch
$\boldsymbol{F_d = 3\,\pi\, d_p\, \eta\, u_{f,r}}$ abgeschätzt werden.

η ist die Viskosität der Luft



Aufgabe: Der Zyklon

- Lösung



Die Axialgeschwindigkeit im Tauchrohr berechnen wir mit Hilfe der Bernoulli-Gleichung:

$$v = \sqrt{2\,\Delta p / \rho_{luft}}$$

Der Volumendurchsatz ist

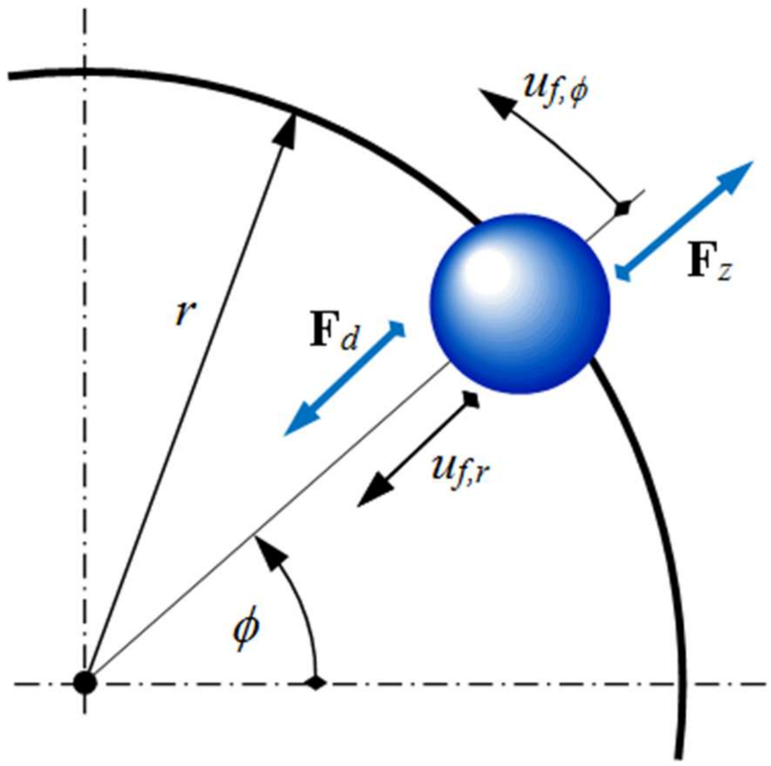
$$\dot{V} = v\, r^2 \pi$$

Die Radialgeschwindigkeit $\boldsymbol{u_{f,r}}$ ist

$$u_{f,r} = \dot{V} / \left(2\, r\, \pi\, h_i\right)$$

Aufgabe: Der Zyklon

- Lösung



Die Umfangsgeschwindigkeit $\boldsymbol{u_{f,\phi}}$ ist

$$u_{f,\phi} \approx 3v$$

Das Kräftegleichgewicht ergibt:

$$\rho_p\, d_p^3 \frac{\pi}{6} \frac{u_{f,\phi}^2}{r} = 3\pi\, d_p\, \eta \frac{\dot{V}}{2r\pi h_i}$$

$$\boxed{d_p = \sqrt{\frac{9\,\eta \dot{V}}{\rho_p\, u_{f,\phi}^2\, \pi\, h_i}}}$$

Sowie mit der obigen Näherung für $u_{f,\phi}$:

$$\boxed{d_p \approx r^2 \sqrt{\frac{\eta\, \pi}{\rho_p\, \dot{V}\, h_i}}}$$