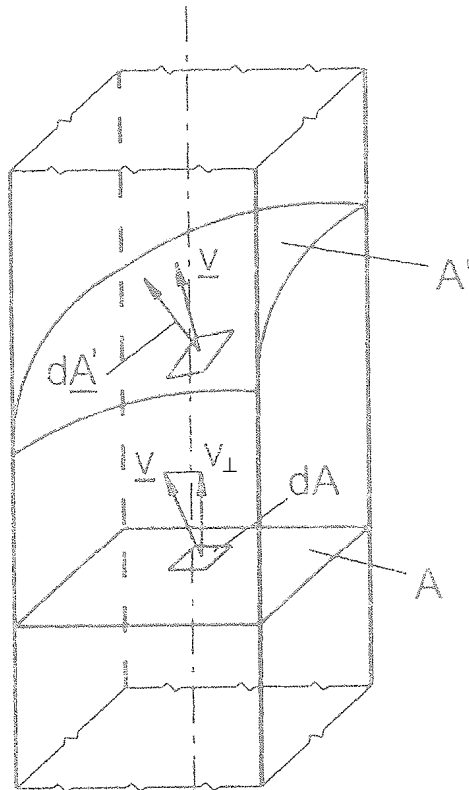
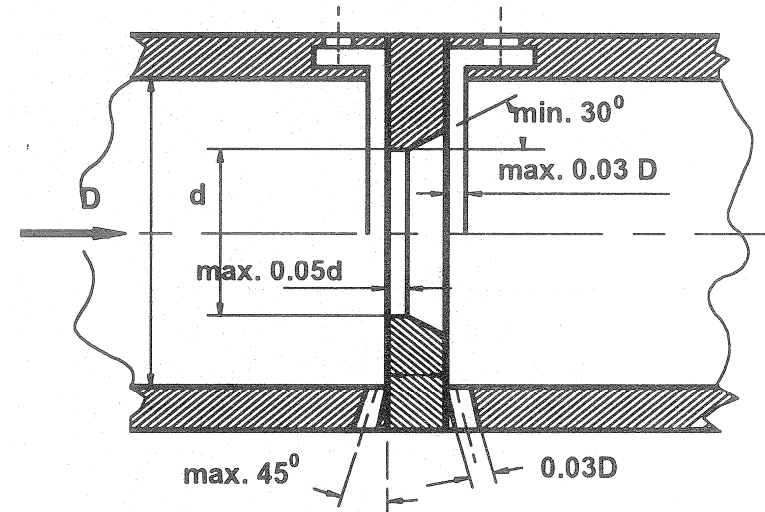


# Térfogatáram hagyományos mérése



**Sebességmérésre visszavezetve**

$$q_V = \int_A \underline{v} \cdot \underline{dA} \approx \sum_{i=1}^n v_{\perp i} \Delta A_i$$



**Szűkítőelemes**

$$q_V = \alpha \varepsilon \frac{d^2 \pi}{4} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_m}$$

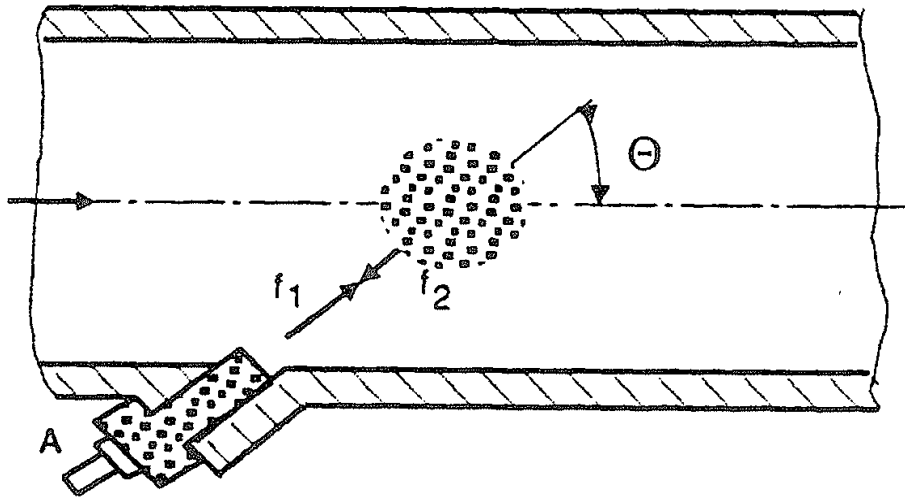
# 10. „KÜLÖNLEGES” IPARI ÁRAMLÁSMÉRŐK

## 10.1. Ultrahangos áramlásmérők

### 10.1.1. Alkalmazási példák: gázkút, revésvíz

### 10.1.2. Működési elvek

$$f_1 - f_2 = 2 \bar{v} f_1 \frac{\cos \theta}{a}$$

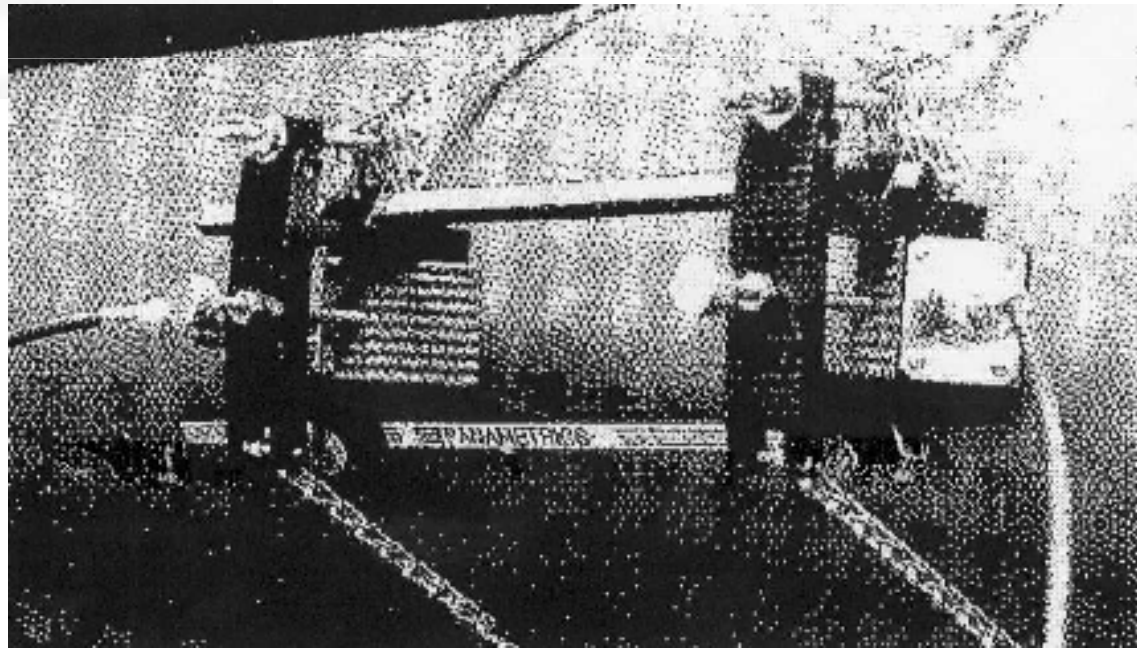
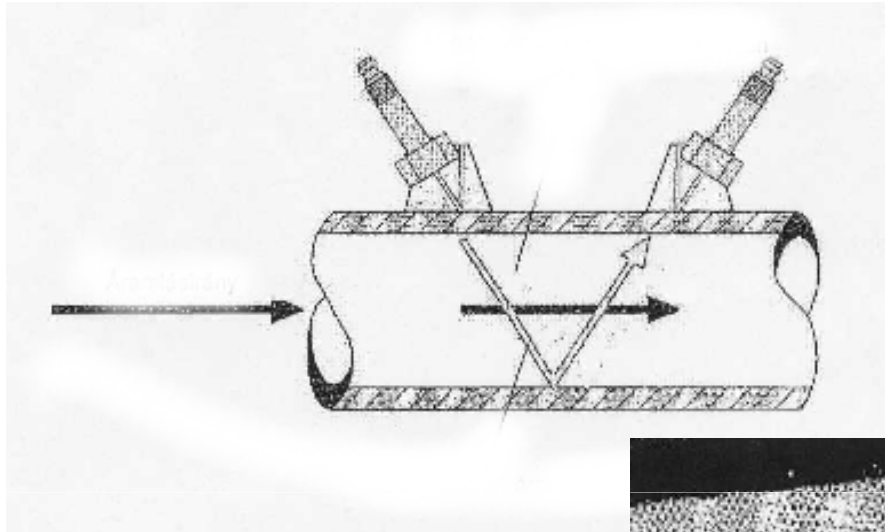


$$\frac{f_1 - f_2}{f_1} \ll 1$$

$$q_V = \bar{v} A$$

*Pl. Doppler elv*

## *Acélipari alkalmazás (revésvíz mérése)*



*Dr. Vad János: Áramlásmérés*

## **FŐ ELŐNYÖK:**

- Érintésmentes
- Nincs nyomásesés
- Hosszú élettartam
- Utólagosan beépíthető
- A mérési elv független a közegsűrűségtől

## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

A relatív mérési hiba nagyságrendje néhány (1 – 2) % vagy még több  $\Leftrightarrow$  alkalmi kalibráció

A közeg akusztikai „átláthatósága” szükséges

A mérési eredmények hőfokfüggése

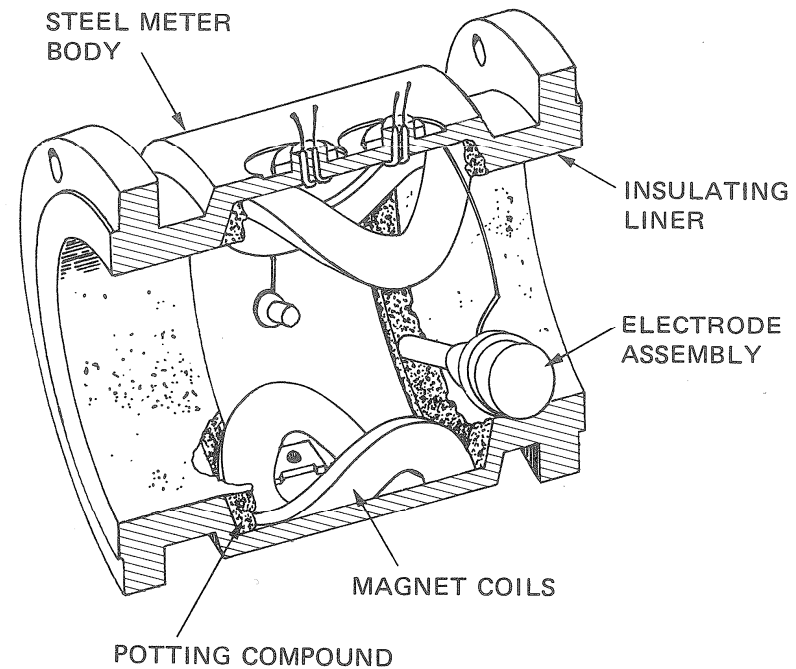
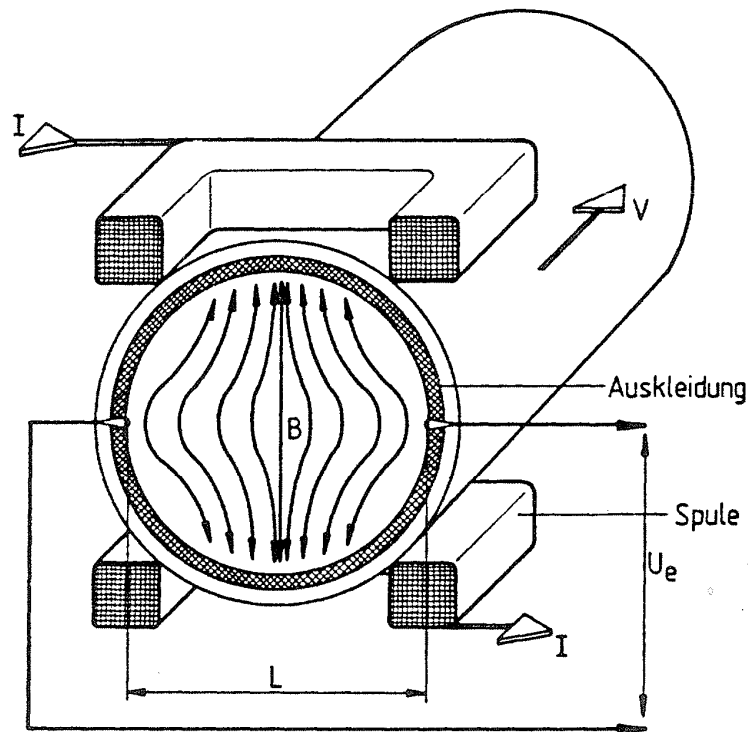
## 10.2. Magneto-induktív (magneto-hidrodinamikus, MHD) áramlásmérők

10.2.1. Alkalmazási példák: iszap, papírpép

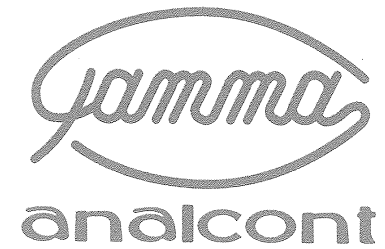
$$u = B L v \qquad q_v = \frac{u D \pi}{4B}$$

10.2.2. Mérési elv és kivitel

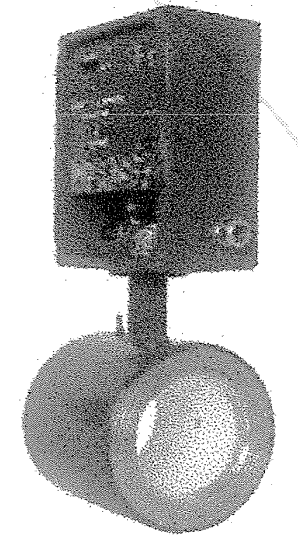
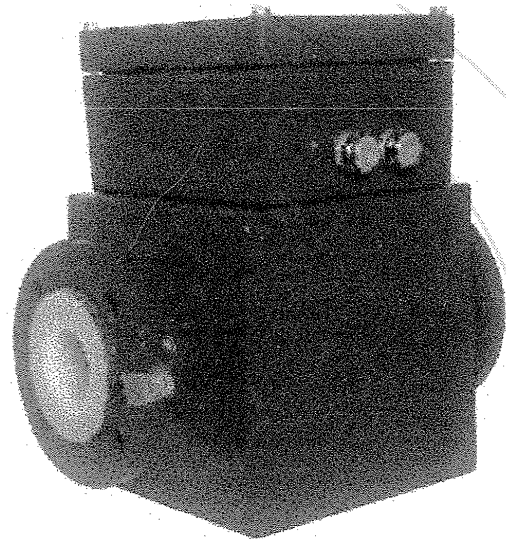
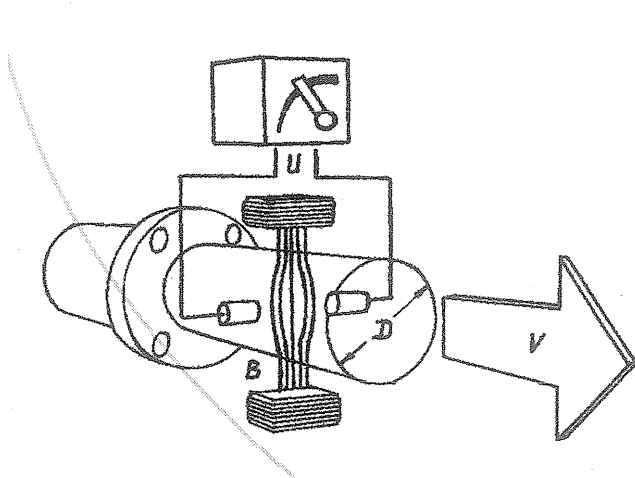
**Faraday effektus**

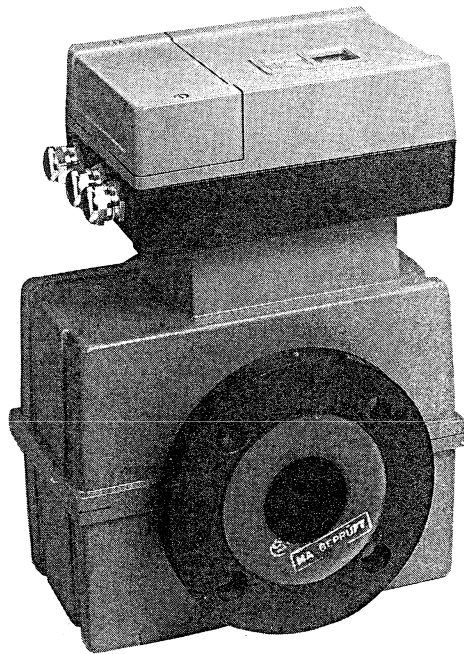


- 2 fő egység: mérőátalakító, villamos jelfeldolgozó
- Vákuumra általában érzékeny; de mechanikai és vegyi igénybevételeknek ellenáll
- Karimás (16 bar) és szendvics (2 karima közé ászokcsavarral) kivitelek
- Vízálló kivitel lehetséges



[www.gammaanalcont.hu](http://www.gammaanalcont.hu)





**Integral Flowmeter**



**Remote Flowtube**

## **FŐ ELŐNYÖK:**

- Adott vezetőképességi limit felett a mérési elv NEM függ a közeg vezetőképességétől
- A mérési elv független a közegnyomástól, sűrűségtől, hőmérséklettől, kinematikai viszkozitástól
- Minimális függés a sebességprofiltól  $\Rightarrow$  erősen zavart áramlások mérése
- Nincs nyomásvesztés, érintésmentes
- Nagy, szavatolt pontosság (relatív hiba 0.2 - 1 %)

## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

Elektromos vezetőképesség szükséges  $\Rightarrow$  csak cseppfolyós közegek, kivéve petrokémiai termékeket (olaj, gázolaj, stb.)

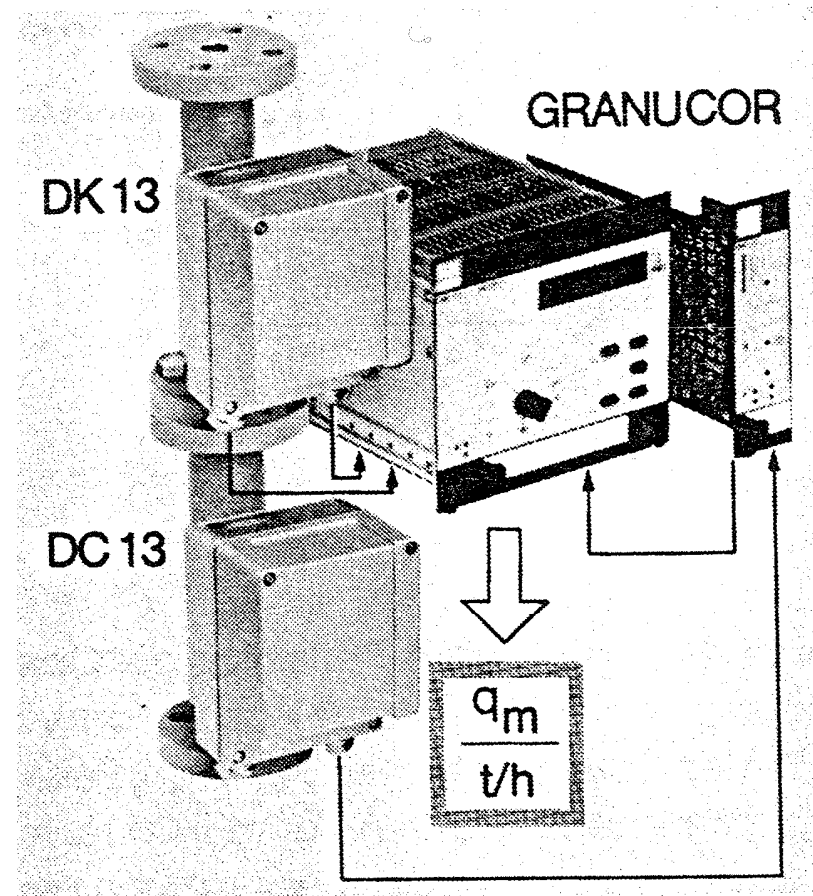
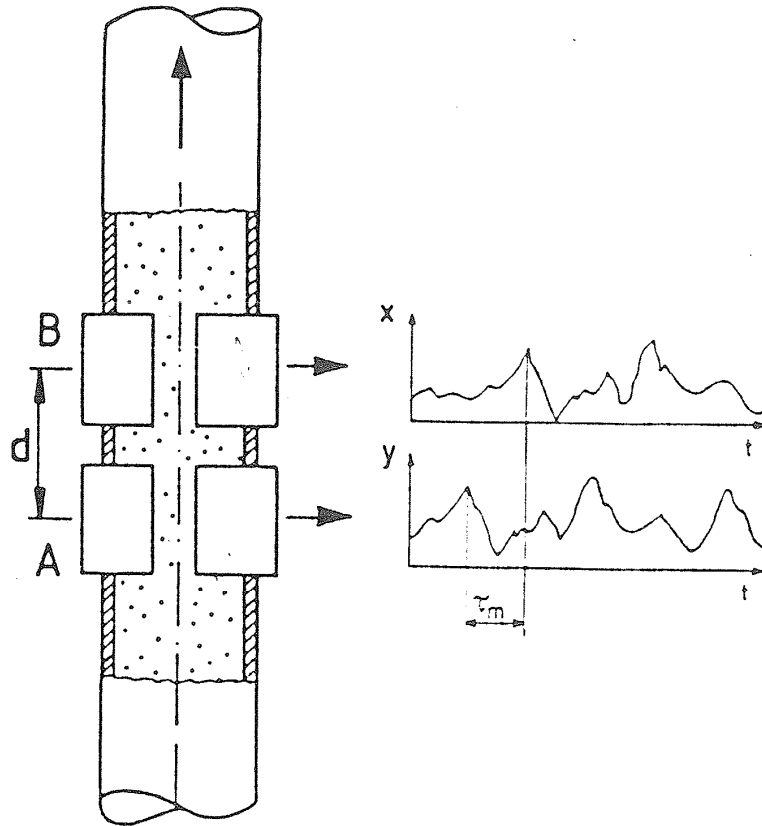


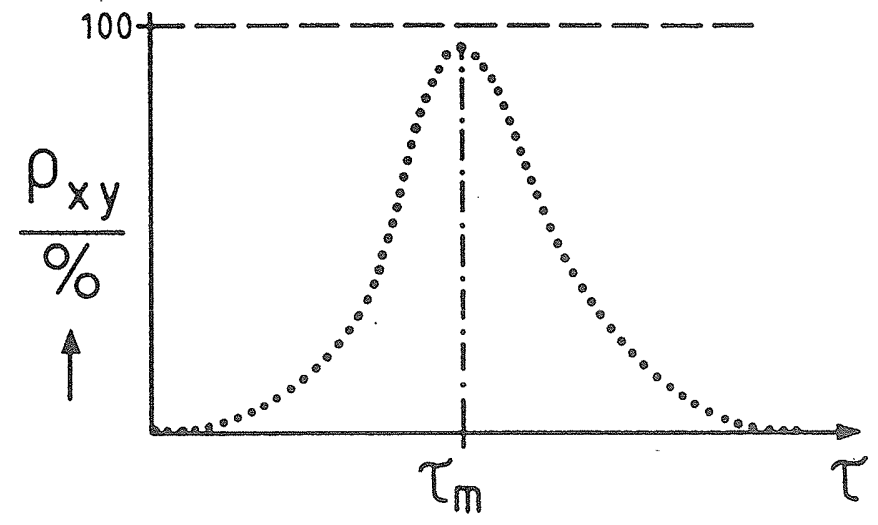
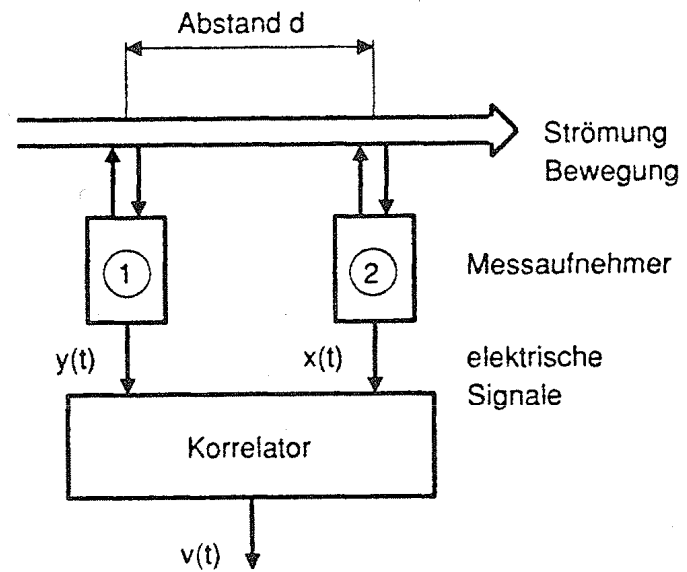
# 10.3. Kapacitív keresztkorrelációs technika

## 10.3.1. Alkalmazási példák: pneu transzport

### 10.3.2. Elv és kivitel

$$v = \frac{d}{\tau_m}$$





## **FŐ ELŐNYÖK:**

- Statisztikai módszer, a mérési hibák mérséklése
- Kétfázisú közegek
- Nincs hőfokfüggés
- Érintésmentes

## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

- Fokozott helyigény
- Magas beruházási költségek
- Zérus térfogatáram közelében nem alkalmas

## 10.4. Örvényhagyó (Vortex) áramlásmérők

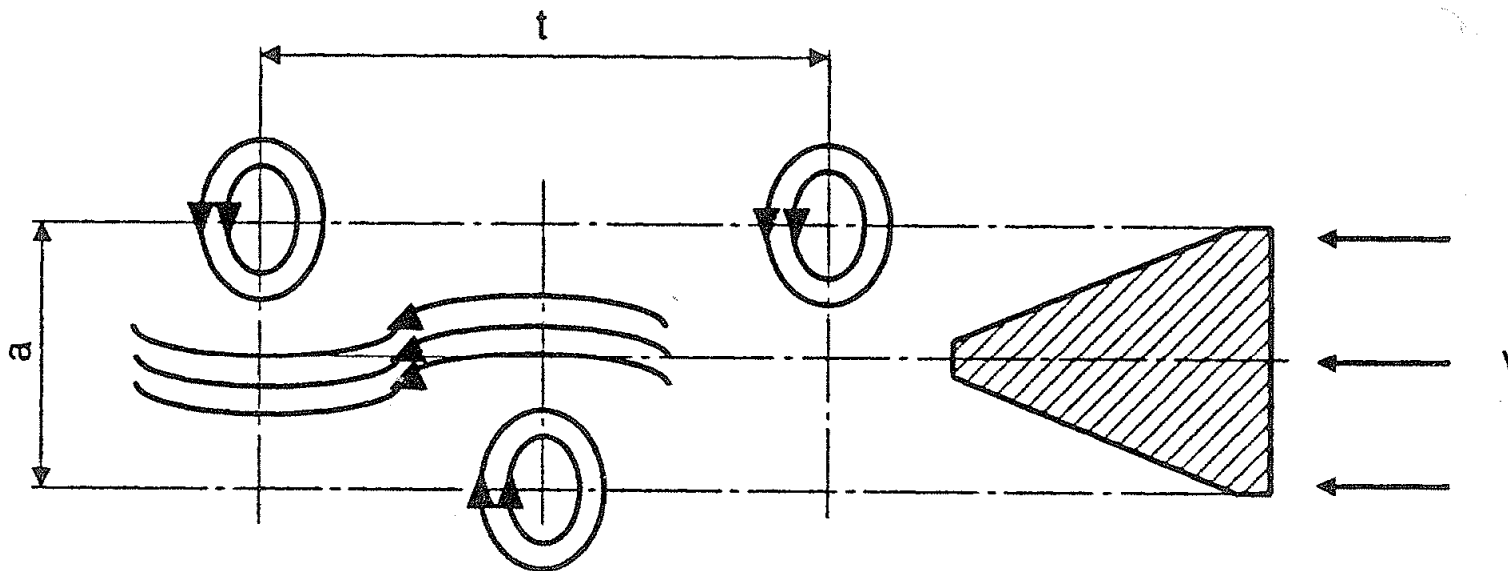
### 10.4.1. Alkalmazási példák: tiszta gáz, gőz

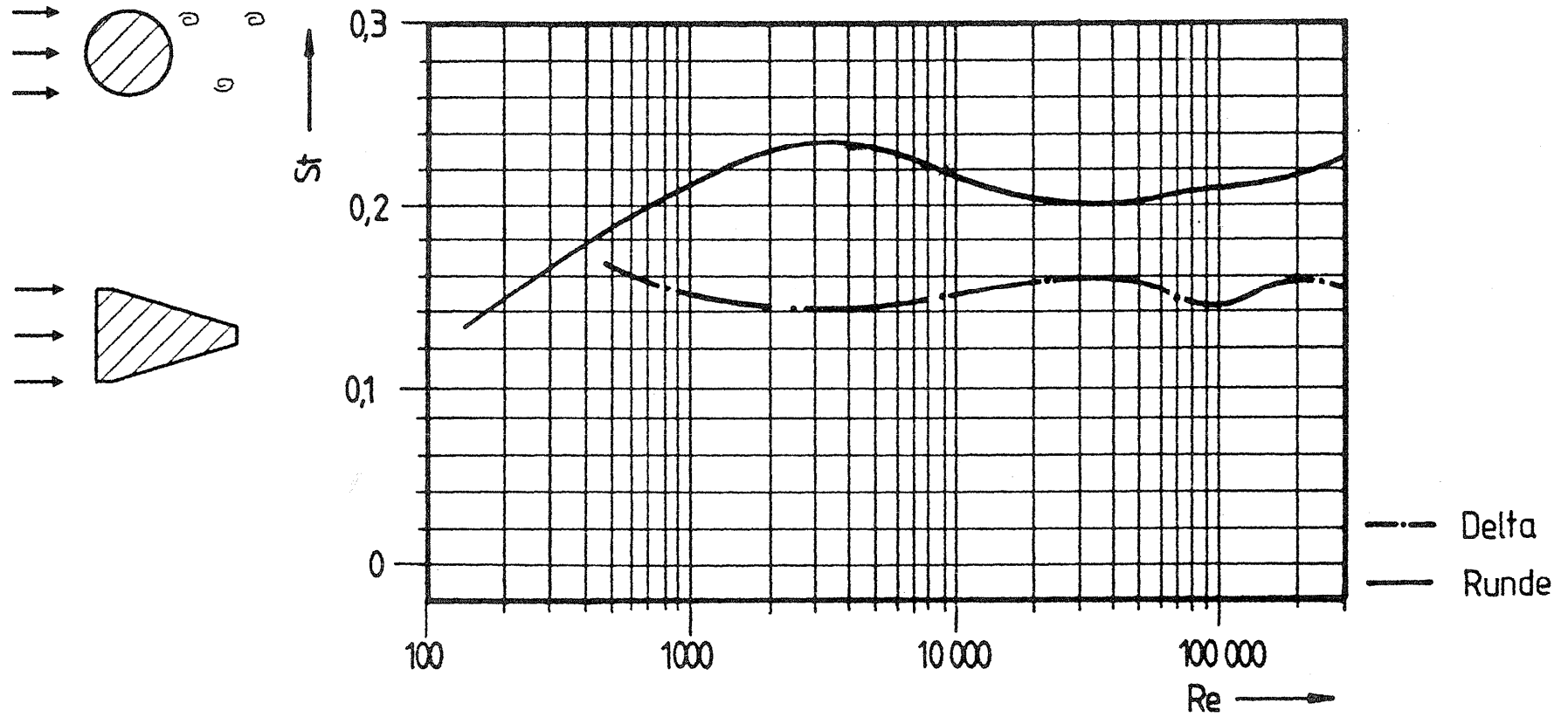
### 10.4.2. Mérési elv

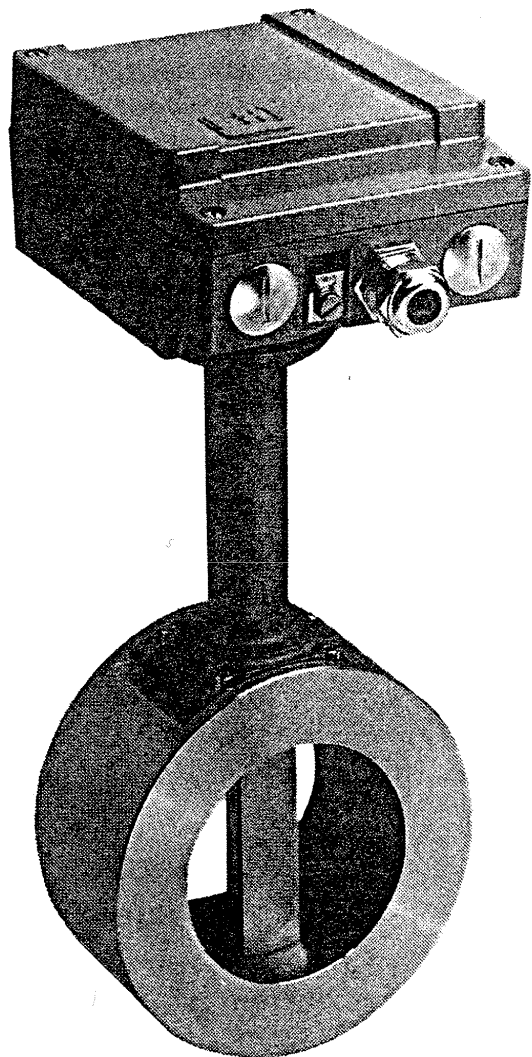
$$Str = \frac{f \cdot d}{v}$$

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

$$v = \frac{d}{Str} \cdot f$$







*Dr. Vad János: Áramlásmérés*

## **FŐ ELŐNYÖK:**

- A sűrűségnek és kinematikai viszkozitásnak közvetlen hatása nincs
- Mérsékelt beruházási költségek
- Mérsékelt hiba (1 % alatt)
- Kis nyomáskereső

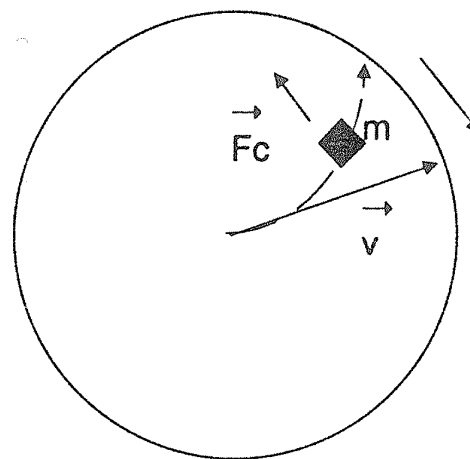
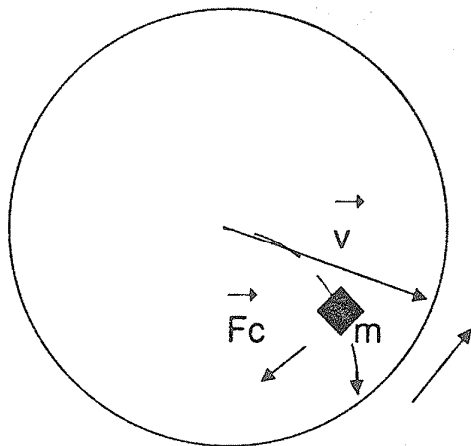
## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

- Ha nincs örvényleválás, nincs mérés
- Egyfázisú áramlás szükséges
- Függés a sebességprofiltól

## 10.5. Coriolis áramlásmérők

### 10.5.1. Alkalmazási példák: vegyszer tömegáram

### 10.5.2. Mérési elv és kivitelek



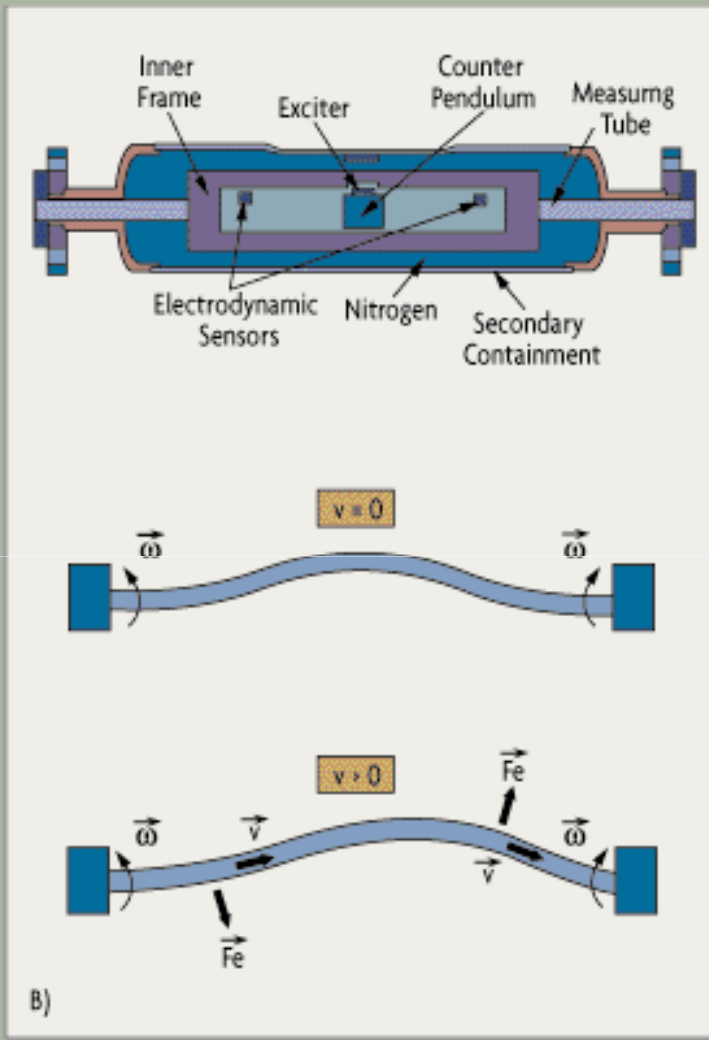
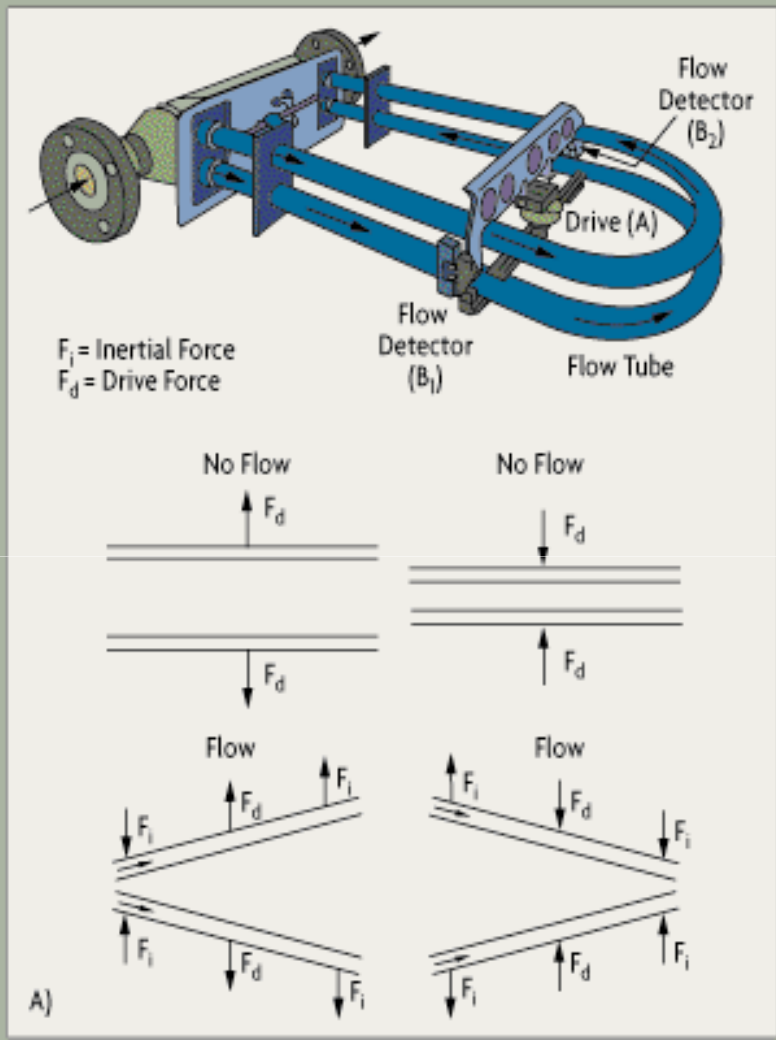
$$\underline{F}_C = m \cdot 2\underline{v} \times \underline{\omega}$$

$$m \sim \rho A$$

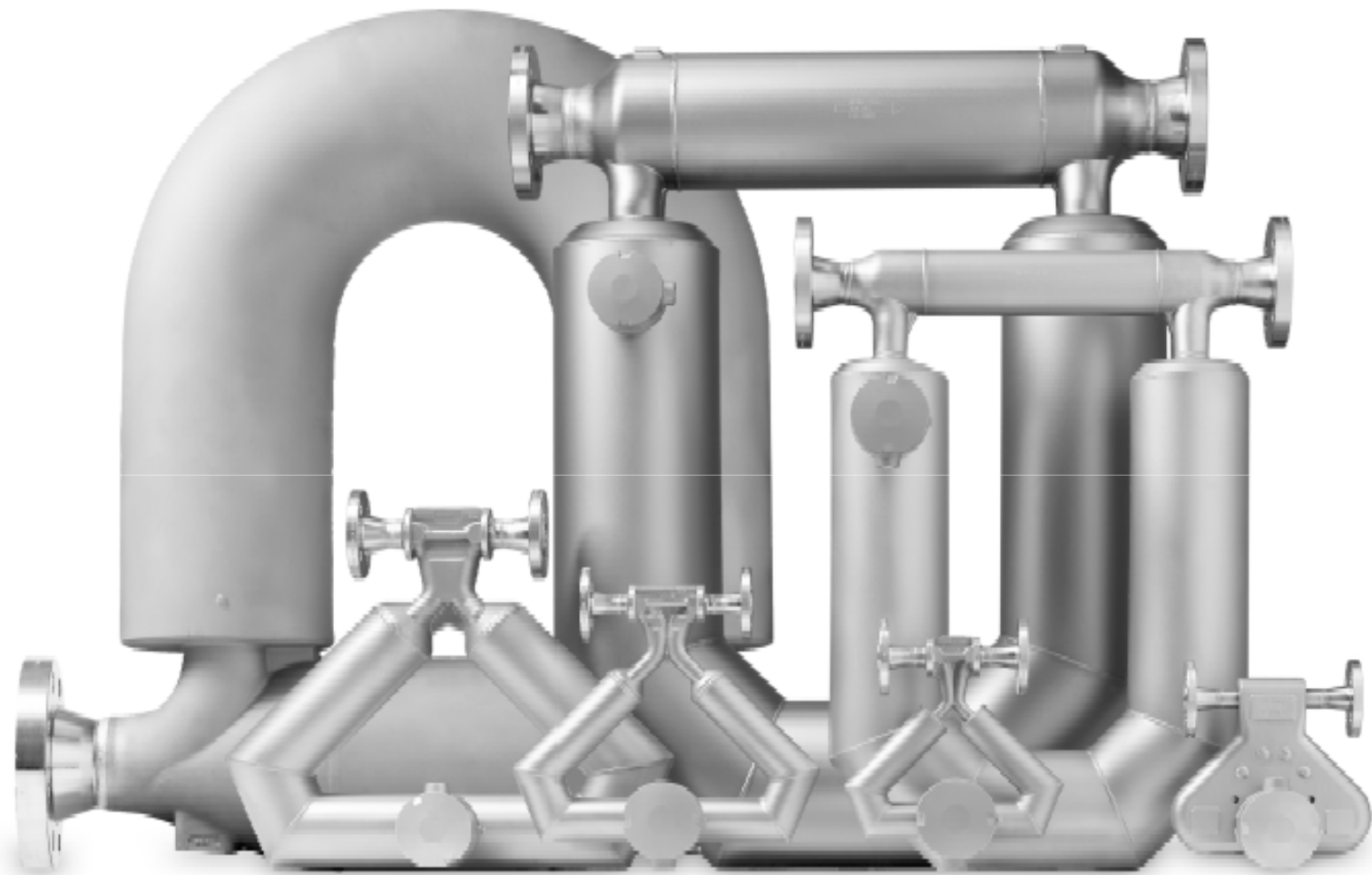
$$\underline{F}_C \sim \rho A \underline{v} \times \underline{\omega}$$

$$|\underline{F}_C| \sim q_m \omega$$





Dr. Vad János: Áramlásmérés



*Dr. Vad János: Áramlásmérés*

## **FŐ ELŐNYÖK:**

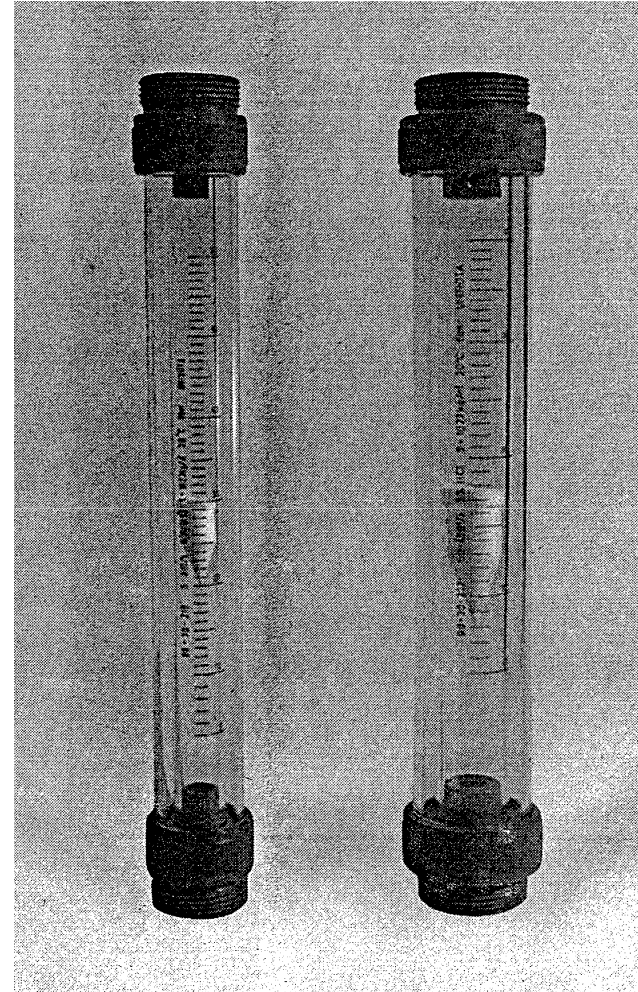
- A tömegáram közvetlen mérése
- Az elv nem függ a viszkozitástól
- Nem függ a sebességprofiltól
- Nagy pontosság (~ 1 % a leolvasott tömegáram bizonytalansága)

## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

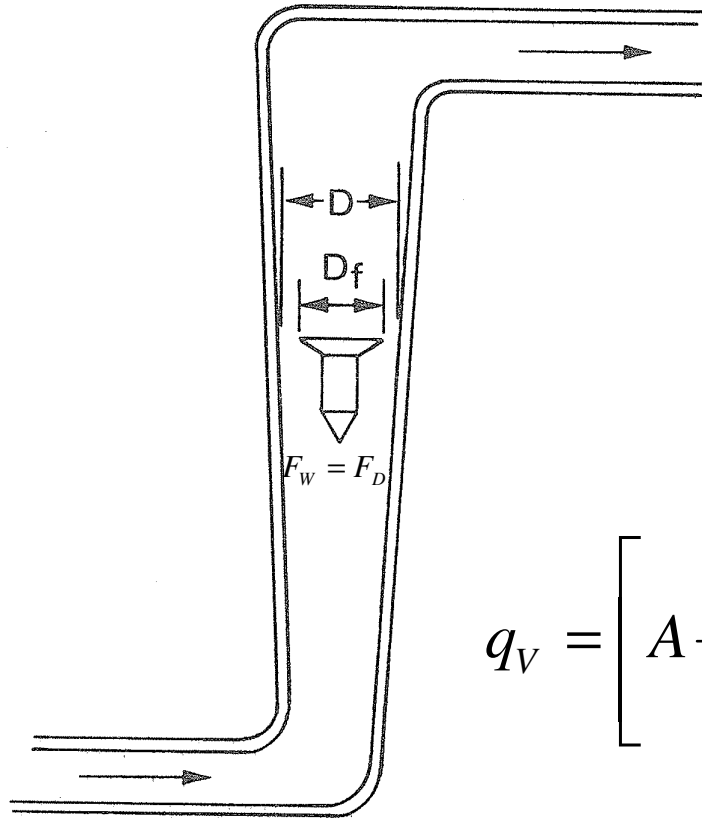
- Cseppfolyós közegek
- Viszonylag költséges
- Rezgésérzékenység  $\Leftrightarrow$  fokozott költségekkel megoldható

## 10.6. Lebegőtestes áramlásmérők („rotaméterek”) (Variable area flowmeters)

### 10.6.1. Alkalmazási példák



## 12.6.2. Mérési elv és kivitel

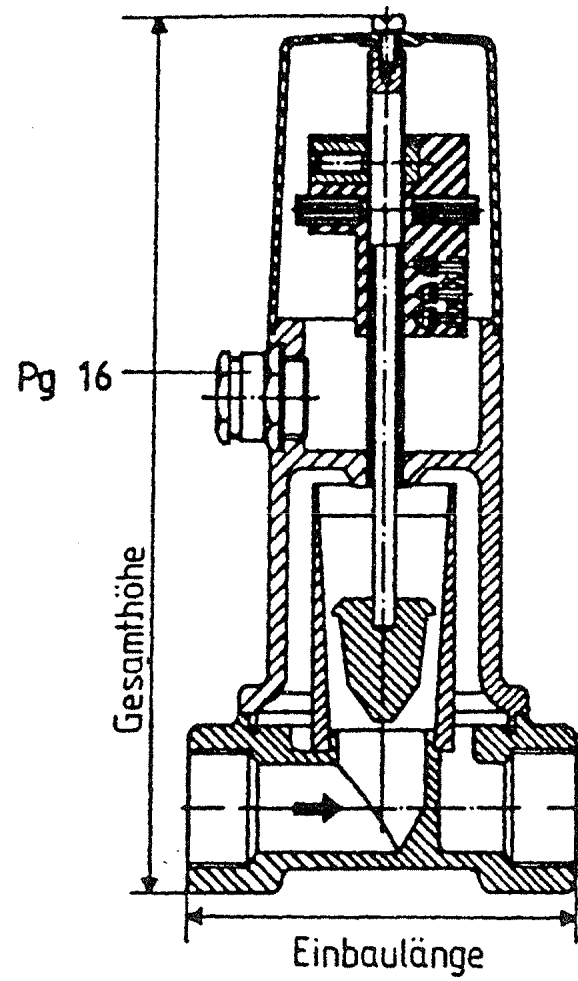


$$F_w = g(\rho_{float} - \rho_{fluid}) V_{float}$$

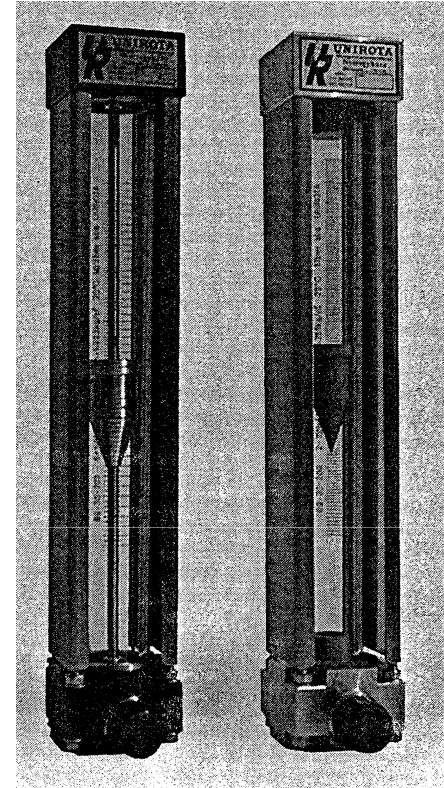
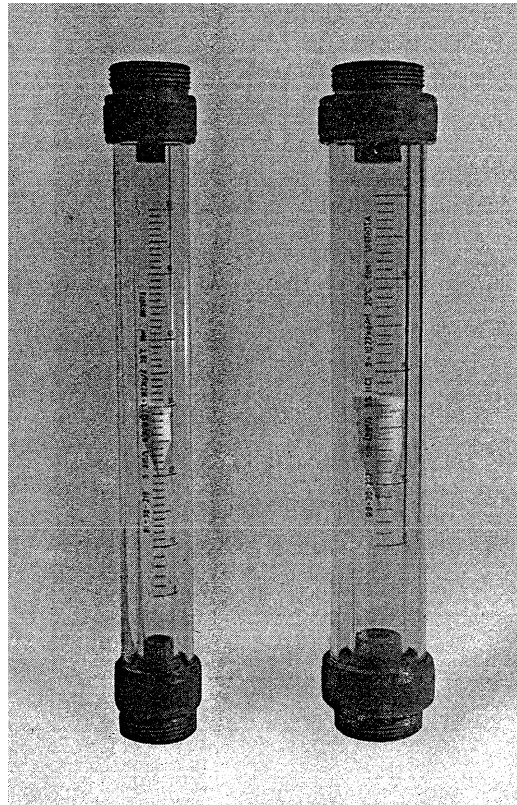
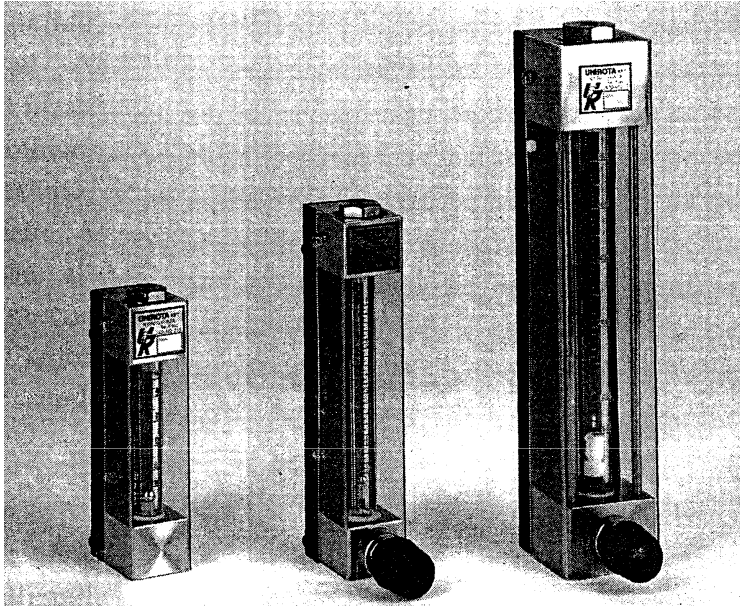
$$F_D = C_{D float} A_{float} \rho_{fluid} \frac{v^2}{2}$$

$$= C_{D float} A_{float} \rho_{fluid} \frac{1}{2} \left( \frac{q_V}{A} \right)^2$$

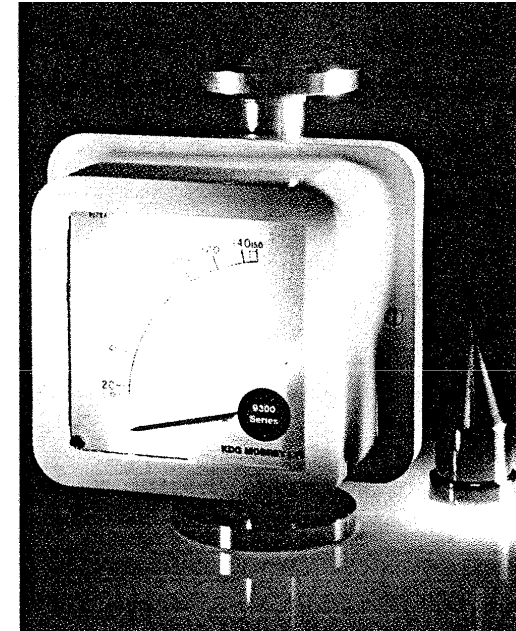
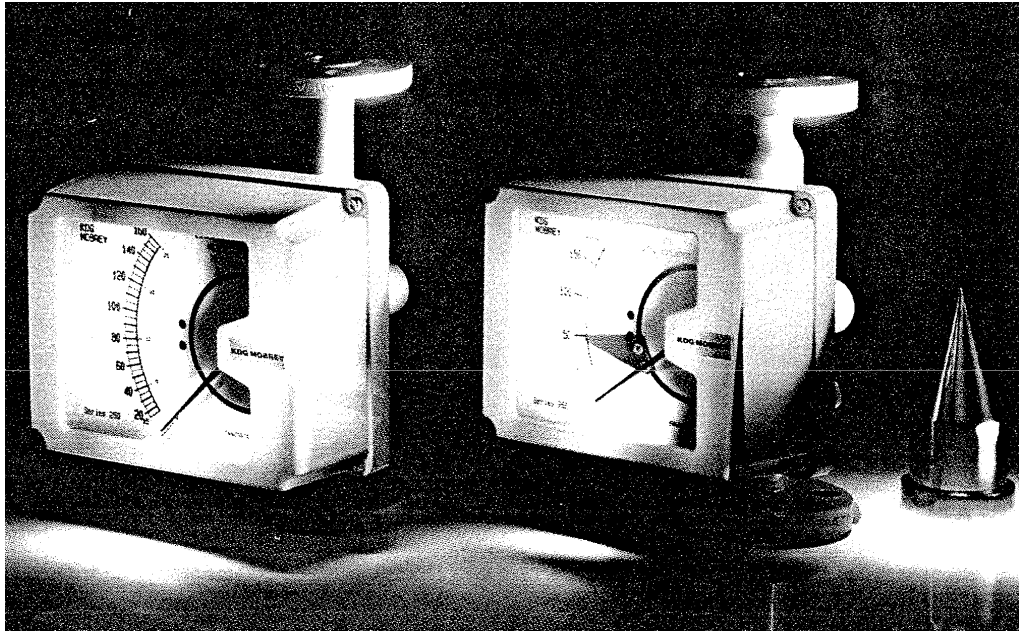
$$q_V = \left[ A \frac{1}{\sqrt{C_{D float}}} \right] \cdot \sqrt{\frac{2gV_{float}}{A_{float}}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{float} - \rho_{fluid}}{\rho_{fluid}}}$$



*Dr. Vad János: Áramlásmérés*



*Dr. Vad János: Áramlásmérés*



*Dr. Vad János: Áramlásmérés*



## **FŐ ELŐNYÖK:**

- Mérsékelt költségek
- Egyszerű kivitel, kiépítés és üzemeltetés
- Átjárhatóság  $\Rightarrow$  nincs eltömődés

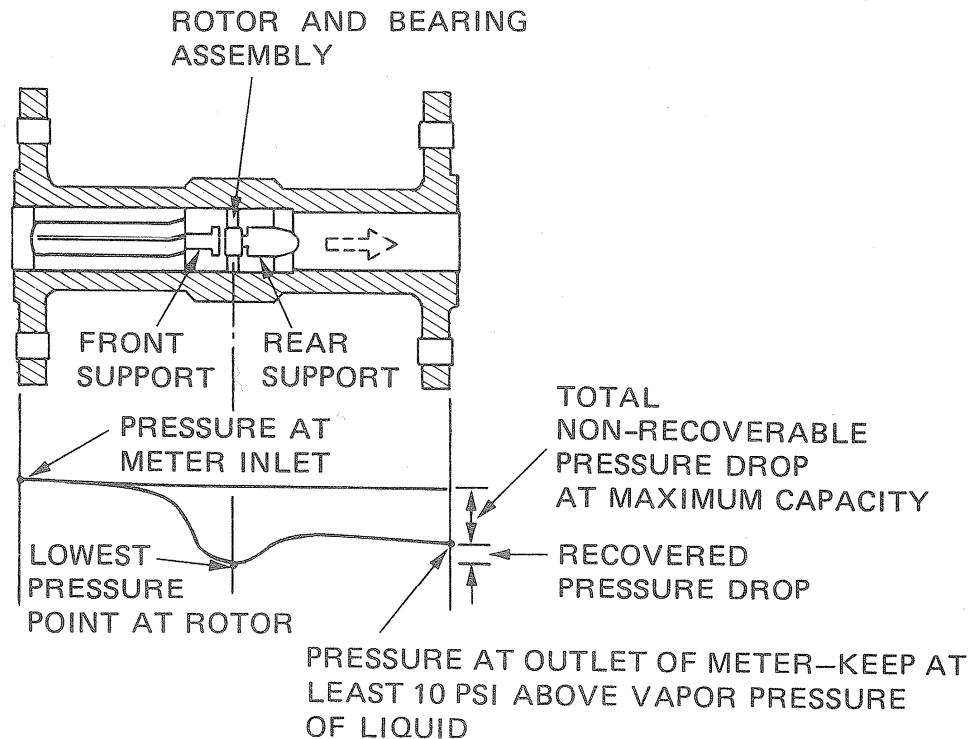
## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

- Mérsékelt viszkozitású közegek
- Alsó mérési korlát
- Függ a közeg sűrűségétől és hőmérsékletétől
- Mérsékelt pontosság (néhány % a leolvasott tömegáram bizonytalansága)
- Másik fázis zavaró hatása
- Mutató mérők problematikája

## 10.7. Turbinás áramlásmérők

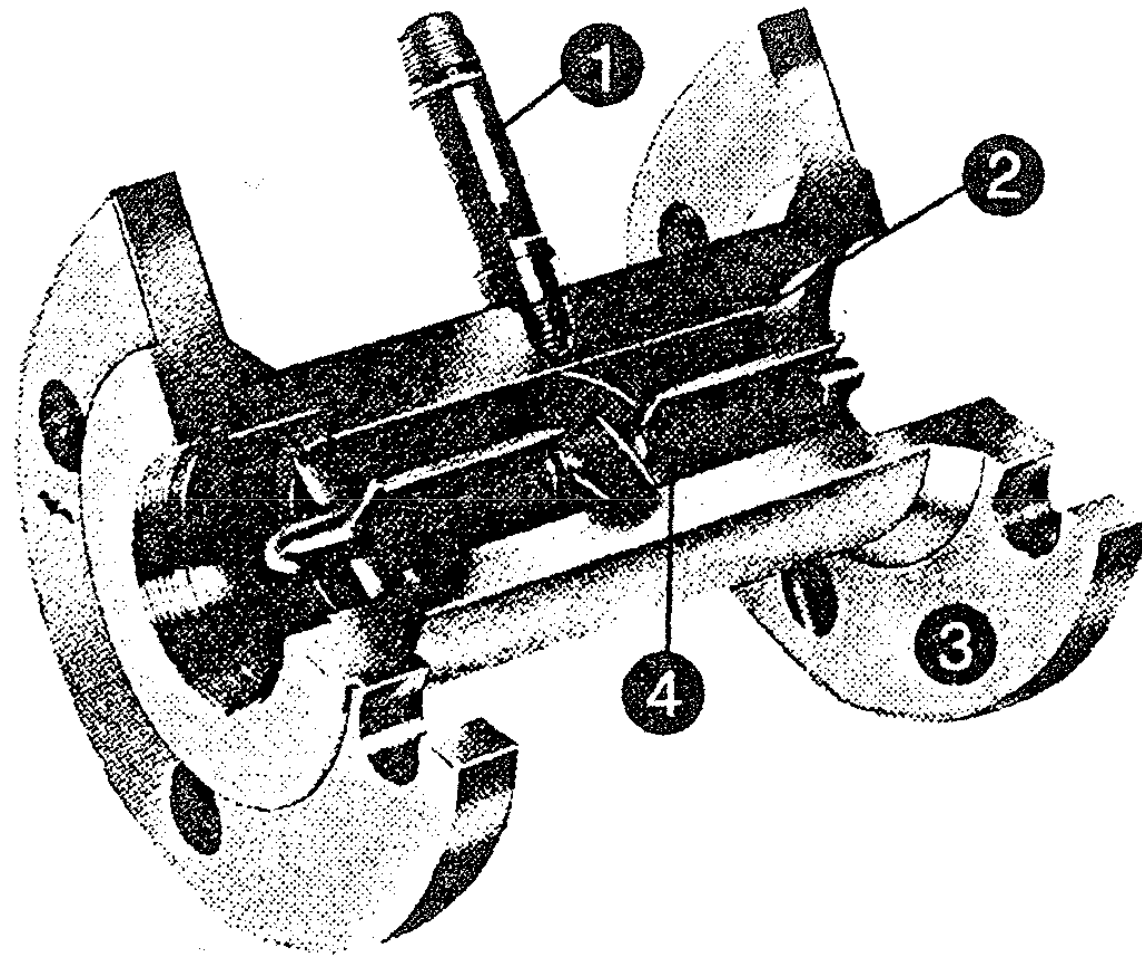
### 10.7.1. Alkalmazási példa: petrokémiai ipar, kőolajtermékek

### 10.7.2. Elv



$$v = 2 r \pi n c t g \alpha$$

**Korrekción, kalibráció**



*Dr. Vad János: Áramlásmérés*

## **FŐ ELŐNYÖK:**

- Nagy pontosság adott viszkozításra
- Nagy rendszernyomásokra
- Elektromosan szigetelő közegekre
- Széles térfogatáram-mérési tartomány

## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

A viszkozitás ismerete szükséges

Zavartalan egyenes bevezető csőszakasz szükséges

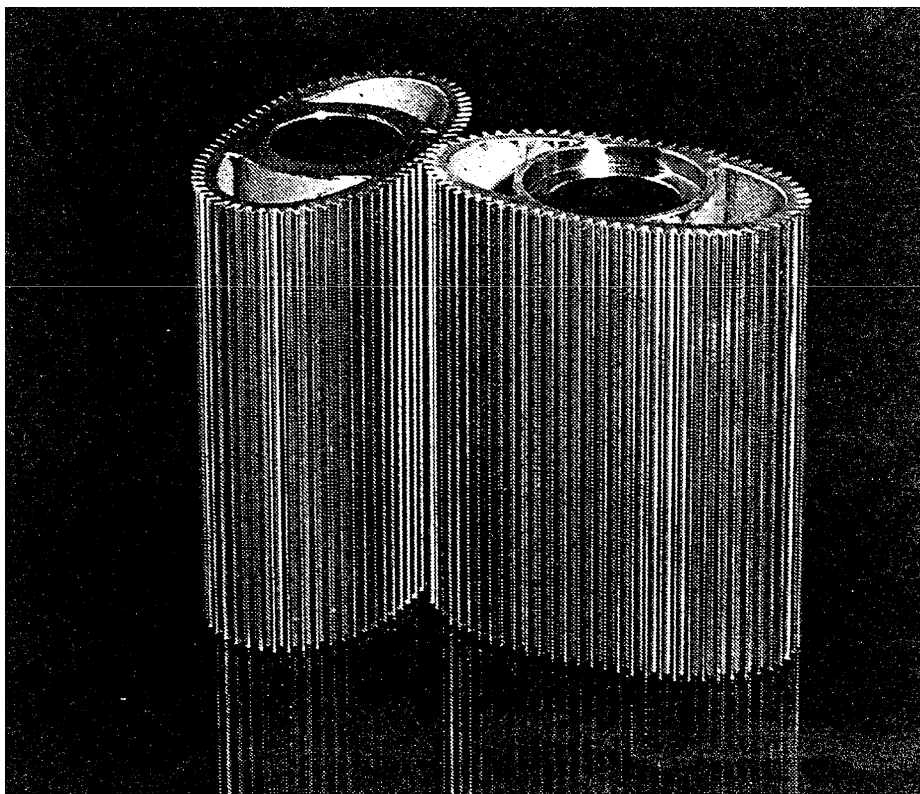
Nem alkalmazható perdületes áramlásra  $\Leftrightarrow$  egyenirányító

Nem alkalmazható szilárd részecskéket tartalmazó közegekre

## 10.8. Volumetrikus áramlásmérők

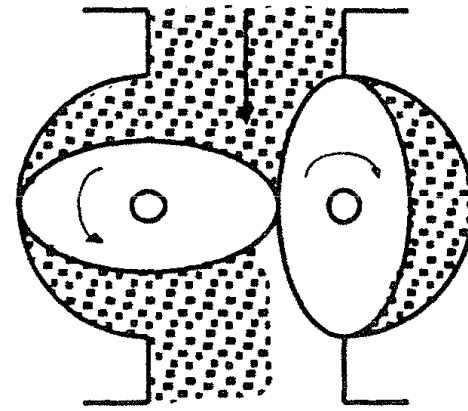
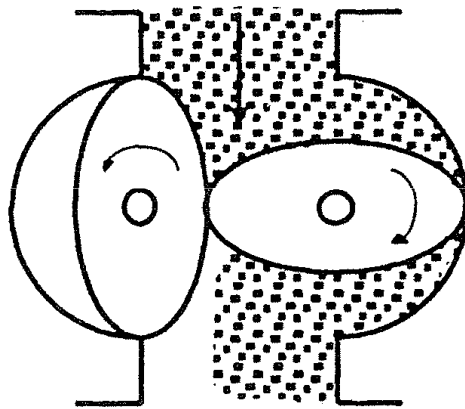
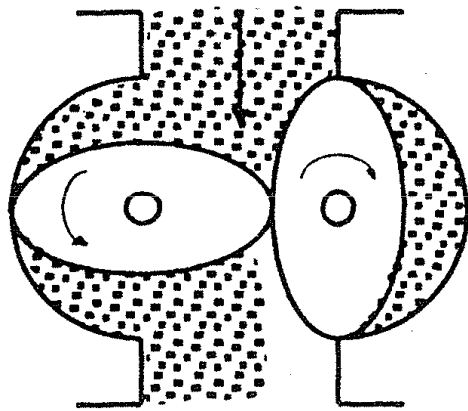
### 10.8.1. Alkalmazási példa: adagolás

### 10.8.2. Mérési elv és kivitel



***Példa: oválkerek  
áramlásmérő***

***Ovális fogaskerekek***



$$q_V \sim n$$

## **FŐ ELŐNYÖK:**

- Nagy pontosság
- Igen kis térfogatáramok / mennyiségek mérhetőek
- Széles tartományon viszkozitásfüggetlen

## **FŐ KORLÁTOK / HÁTRÁNYOK:**

- Fokozott költségek
- Korlátozott élettartam
- Nagy nyomásesés
- Meghibásodás esetén blokkolja az áramlást
- Nem alkalmas agresszív, szennyezett közegekre
- Nem alkalmas nagy hőmérsékletű közegekre
- Érzékeny a külső rezgésekre