

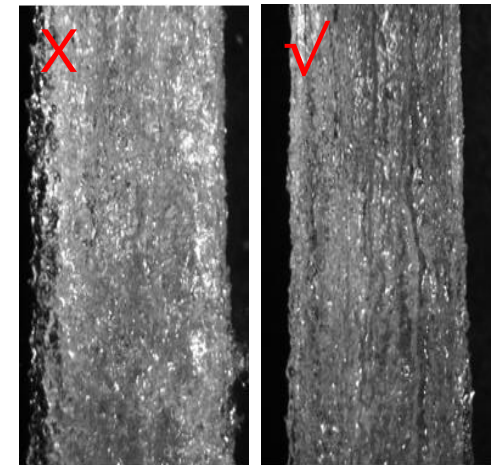
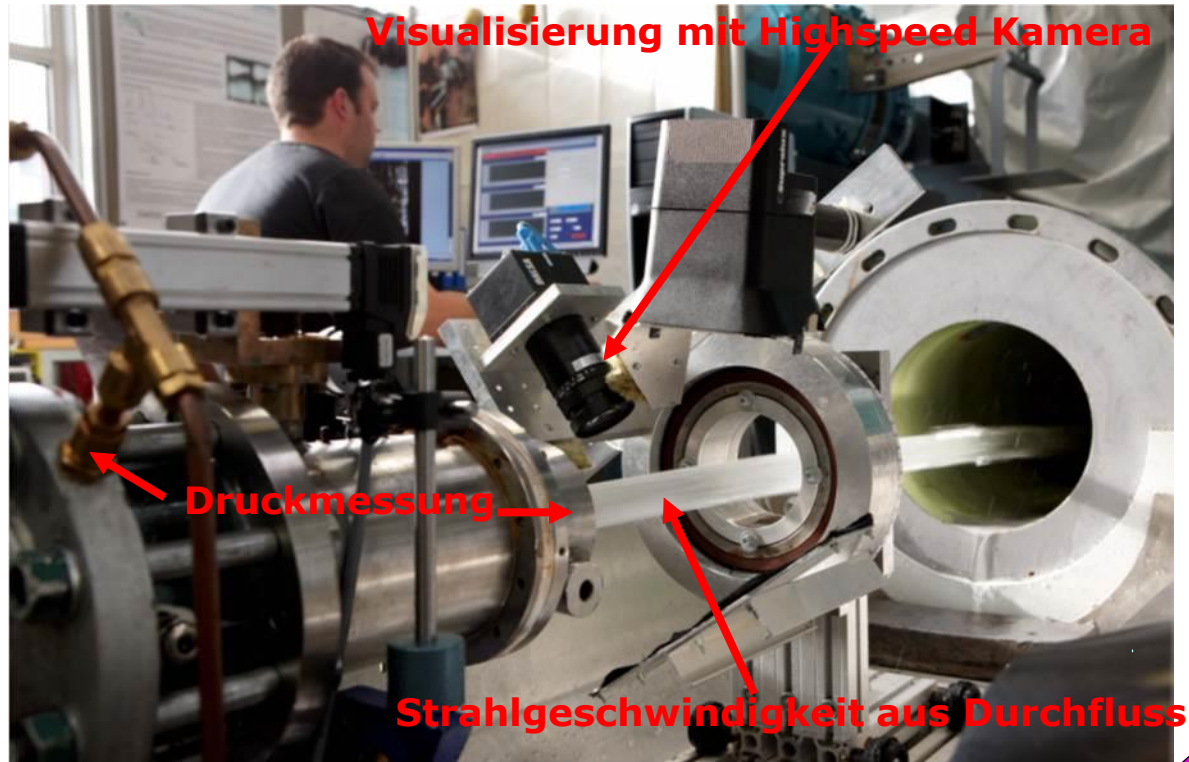
# **Einführung Messtechnik**

## **Energielabor, Bereich Strömungsmesstechnik**

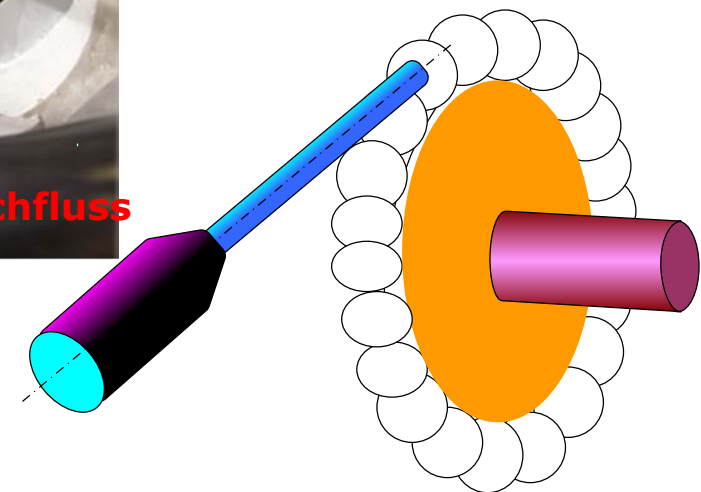
T direkt

Horw 22. September 2015

## Beispiel: Strömungsmesstechnik



Peltonstrahl



Prüfstand Peltonstrahl

## Arten der Strömungsmesstechnik

- Druckmessung
- Strömungsvisualisierung
- Durchflussmessung
- Geschwindigkeitsmessung
- Temperaturmessung
- Niveaumessung
- Wandreibungsmessung
- Drehzahlmessung

## Übersicht: Geschwindigkeitsmessung



Schalenkreuzanemometer



Prandtl-Staurohr



ADV-Sonde



Hydrometrischer Flügel

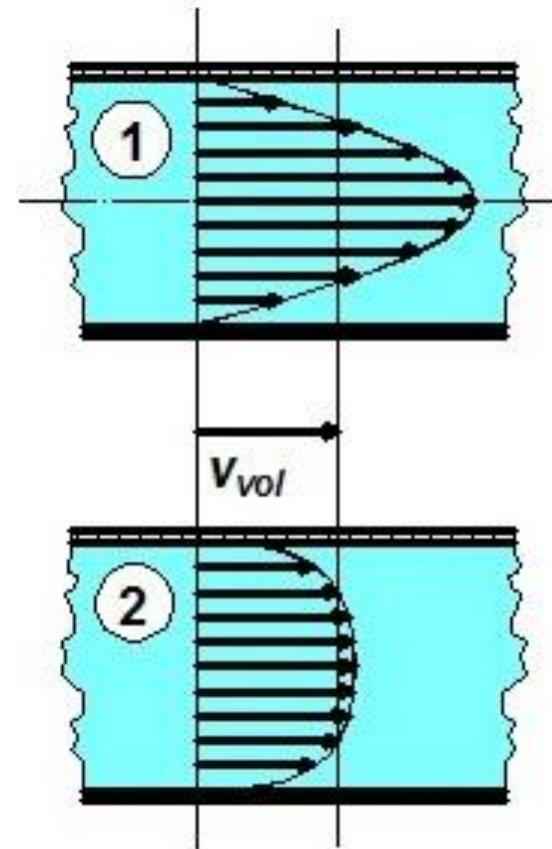
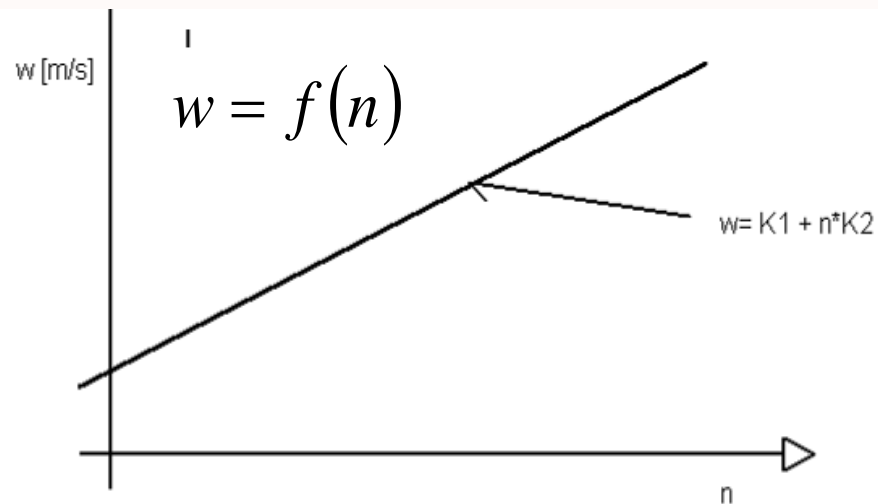


Laser Doppler Anemometrie



Hitzdraht-Anemometer

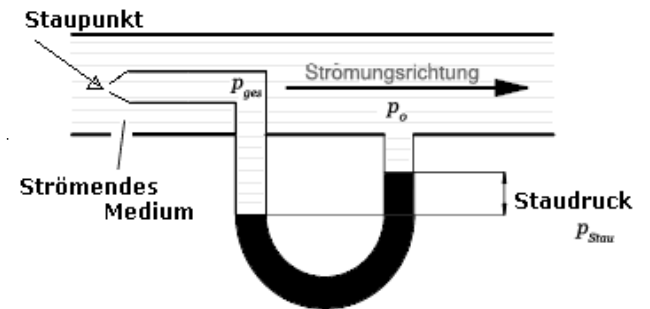
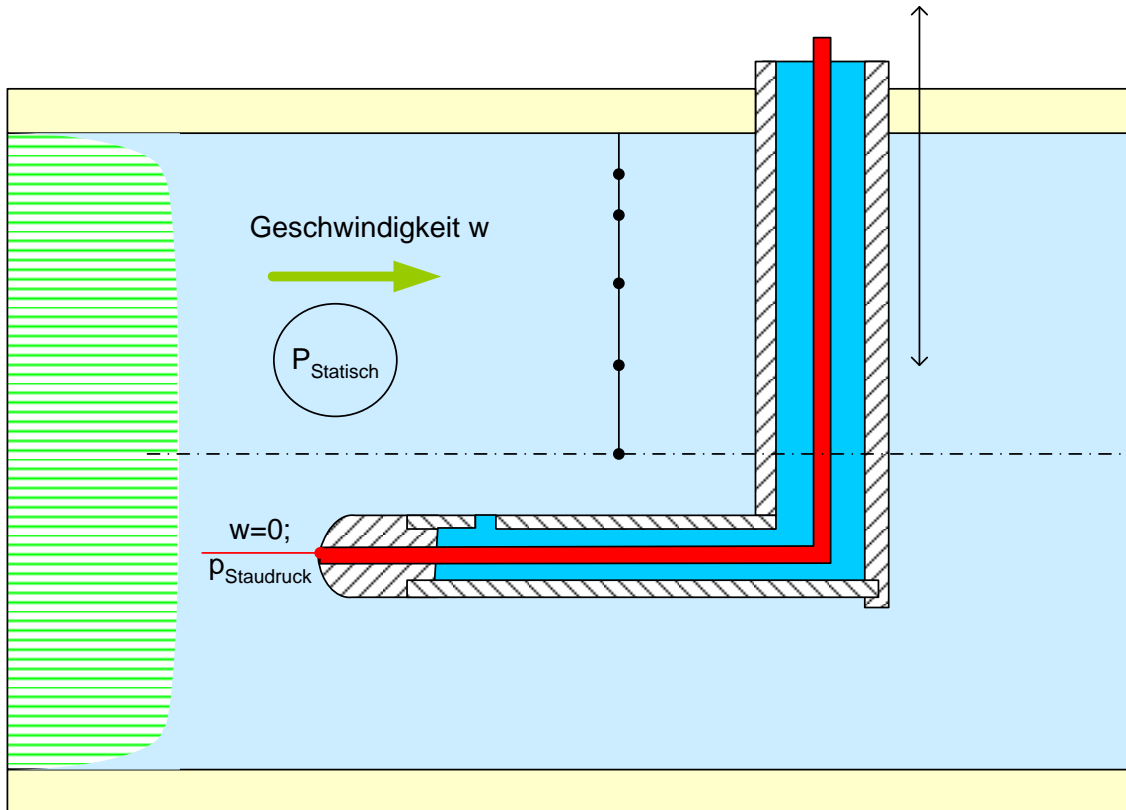
## Geschwindigkeitsmessung mit hydrometrischen Flügeln



## Geschwindigkeitsmessung mit Schalenkreuz-anemometer



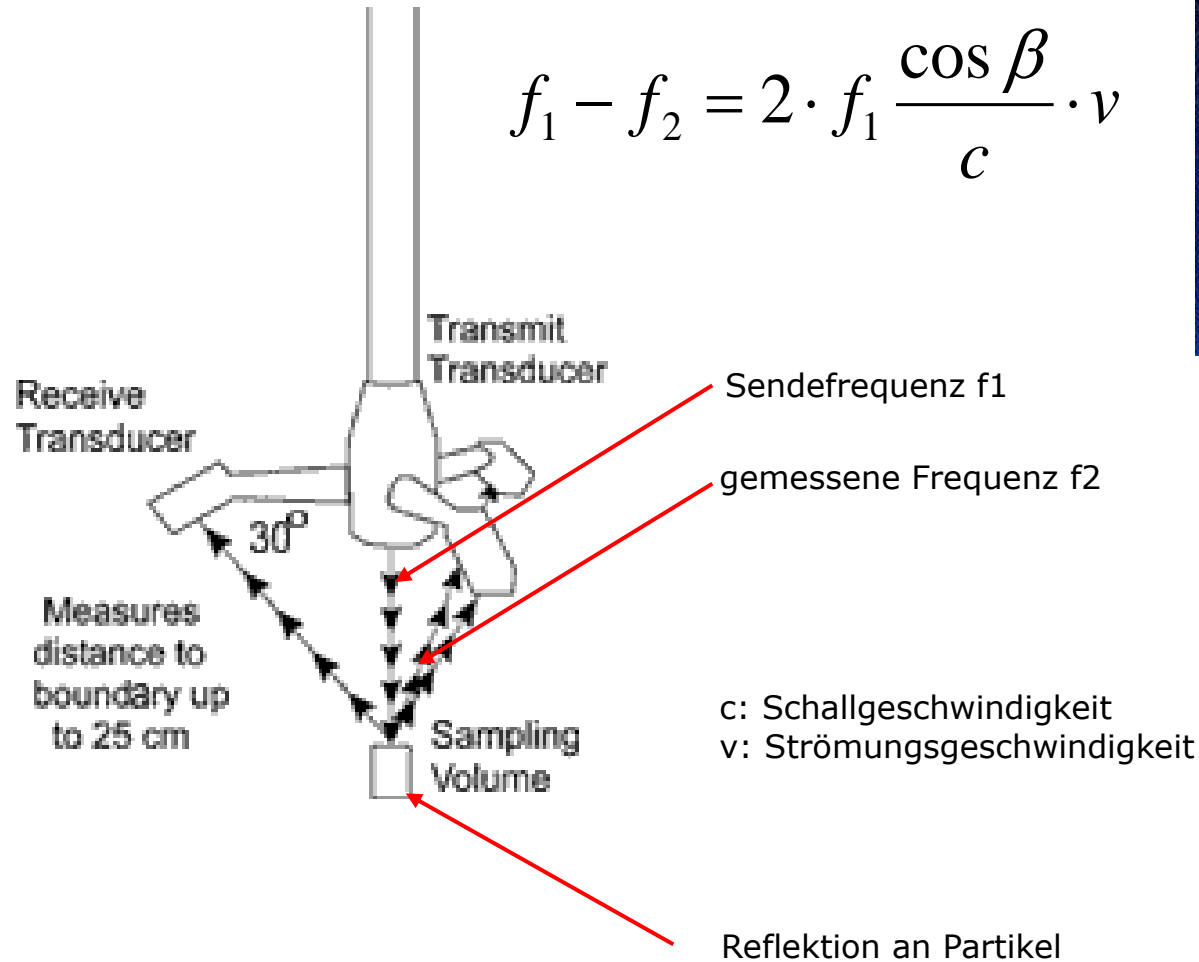
# Geschwindigkeitsmessung mit Prandtl-Staurohr



$$w = \sqrt{\frac{2(p_{\text{Staudruck}} - p_{\text{statisch}})}{\rho}}$$



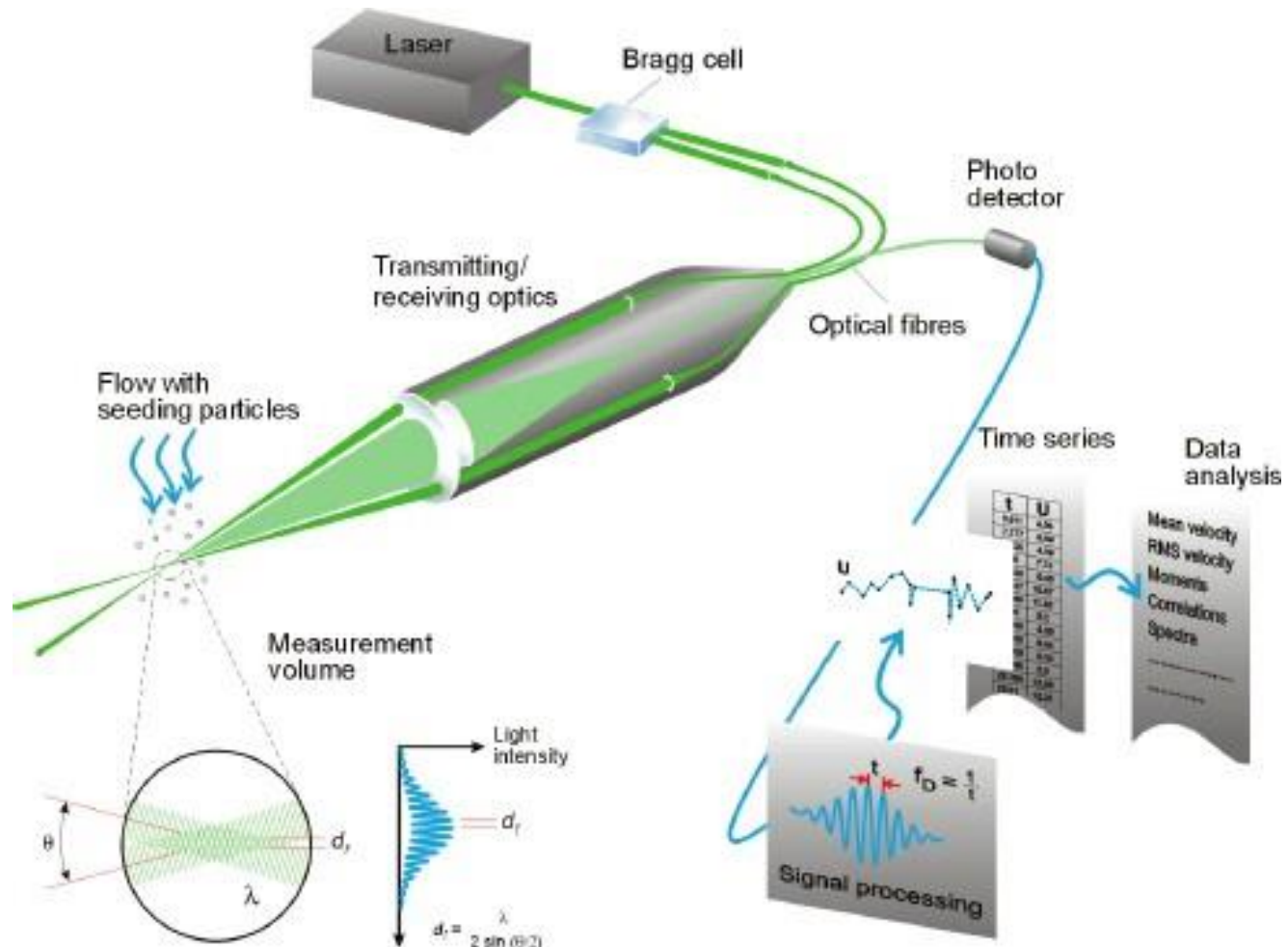
## Geschwindigkeitsmessung mit einer ADV-Sonde (Acoustic Doppler Velocimetry)



ADV-Sonde



# Geschwindigkeitsmessung mit LDA (Laser Doppler Anemometrie)



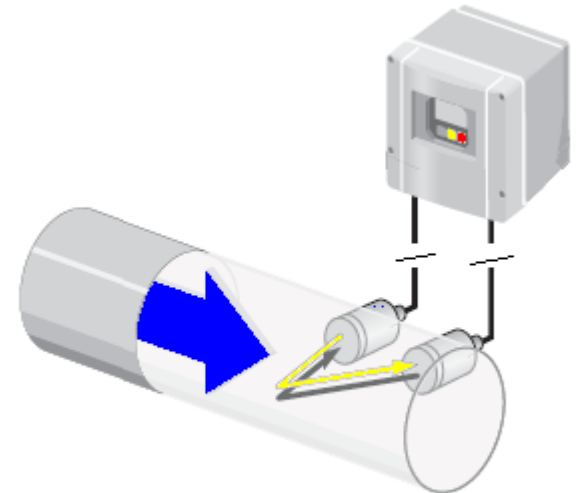
## Übersicht: Durchflussmessung



Überfallwehr



MID (magnetisch-induktiv)



ADM (akustisch)



Drosselgeräte

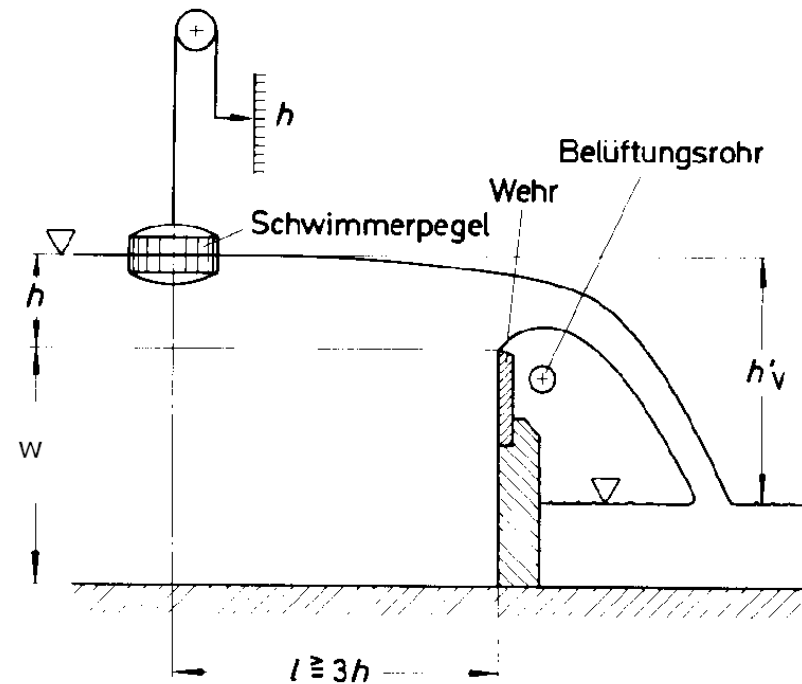


Schwebekörper



Flügelradzähler

## Durchflussmessung mit einem Überfall



$$\dot{Q} = \frac{2}{3} \mu \cdot b \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

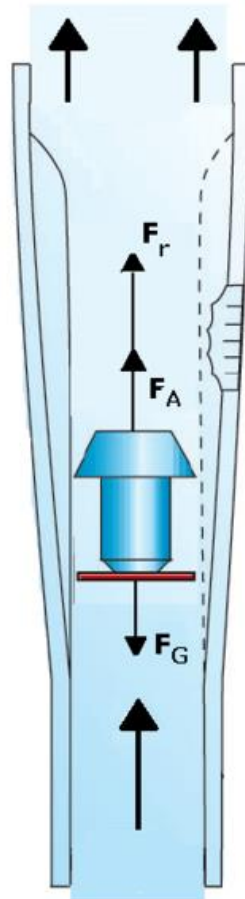
## Durchflussmessung mit Turbinen- oder Flügelradzähler



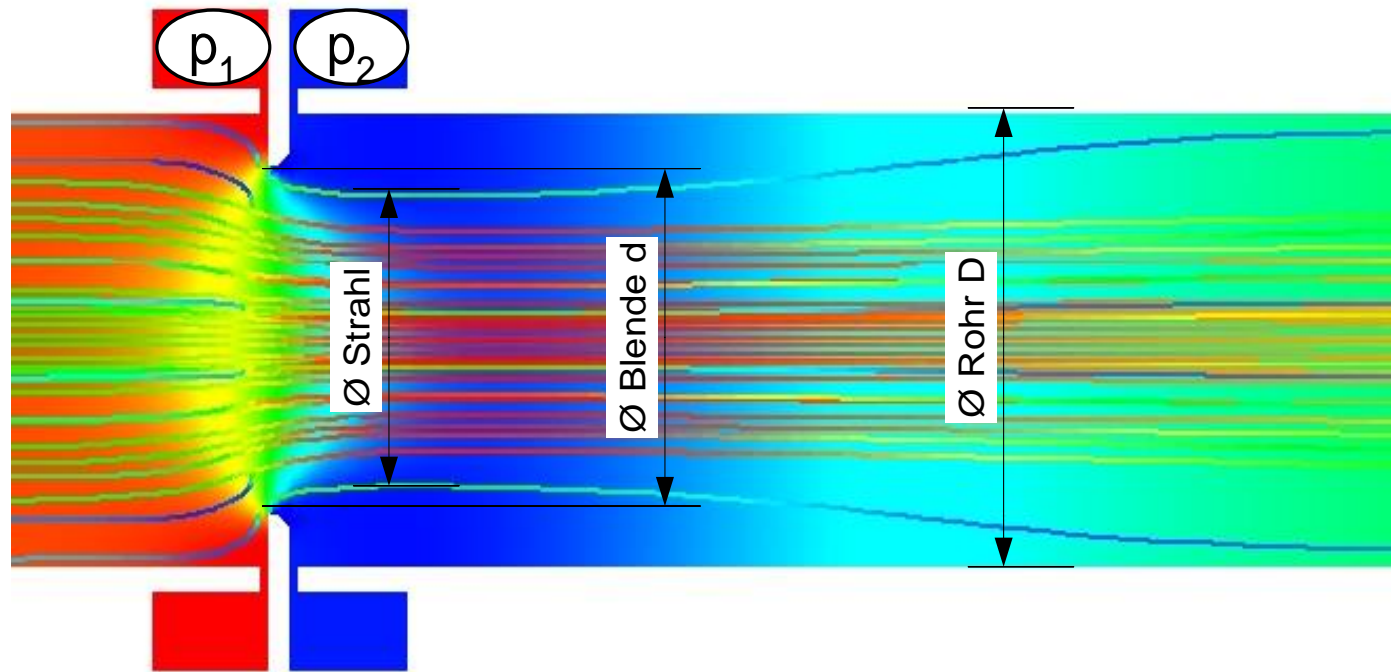
$$Q \sim n$$



## Durchflussmessung mit Schwebekörpergeräten



## Durchflussmessung mit Drosselgeräten

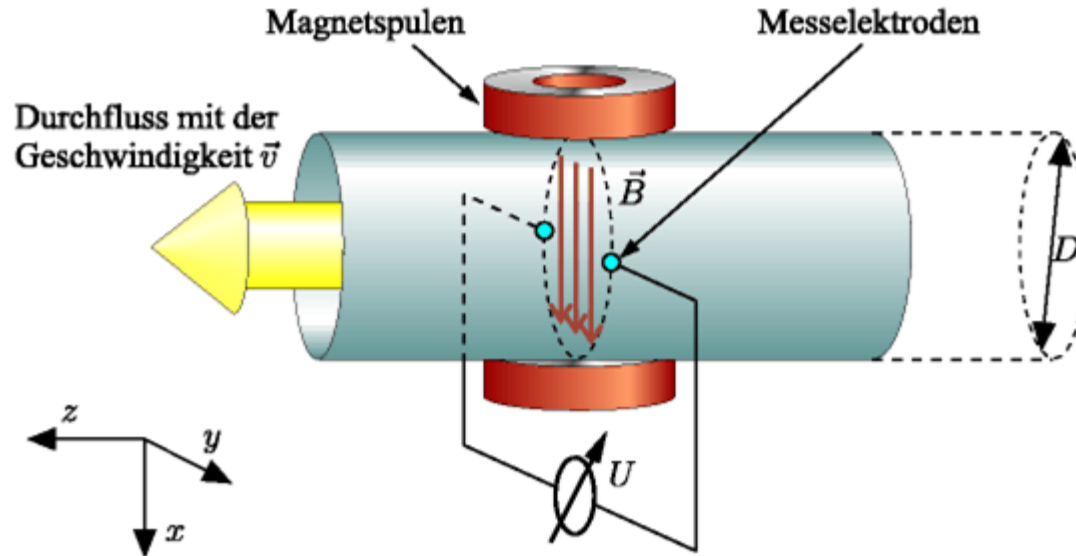


$p_1$  und  $p_2$  sind Wirkdruckentnahmestellen

$$\dot{m} = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p \cdot \rho}$$



## Durchflussmessung mit der magnetisch induktiven Messmethode (MID)



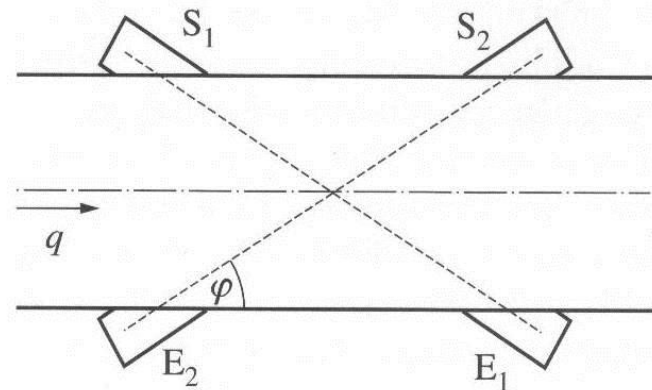
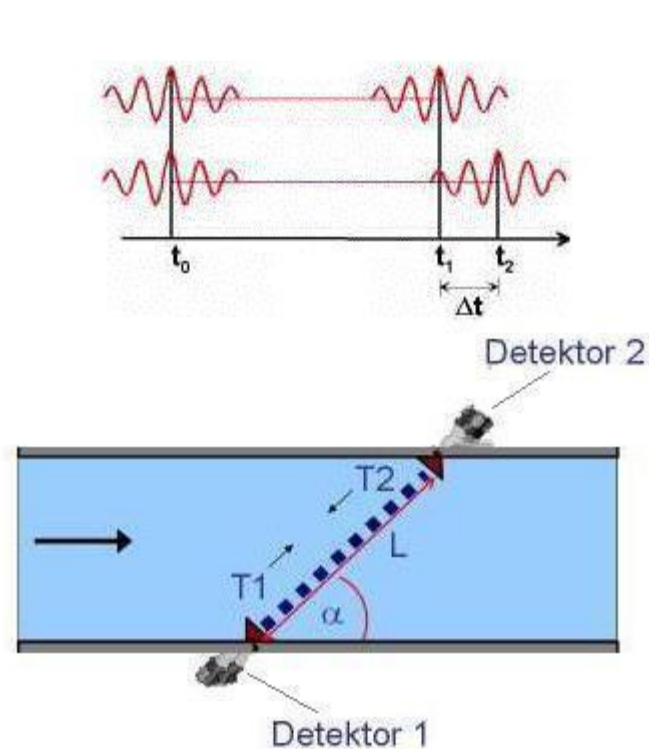
**Bild 3.1:** Aufbau eines magnetisch-induktiven Durchflussmessers.  $\vec{B}$ : magnetische Flussdichte,  $\vec{v}$ : Strömungsgeschwindigkeit,  $U$ : Messspannung,  $D$ : Rohrdurchmesser.



$$U = k \cdot D \cdot B \cdot v_{\infty}$$



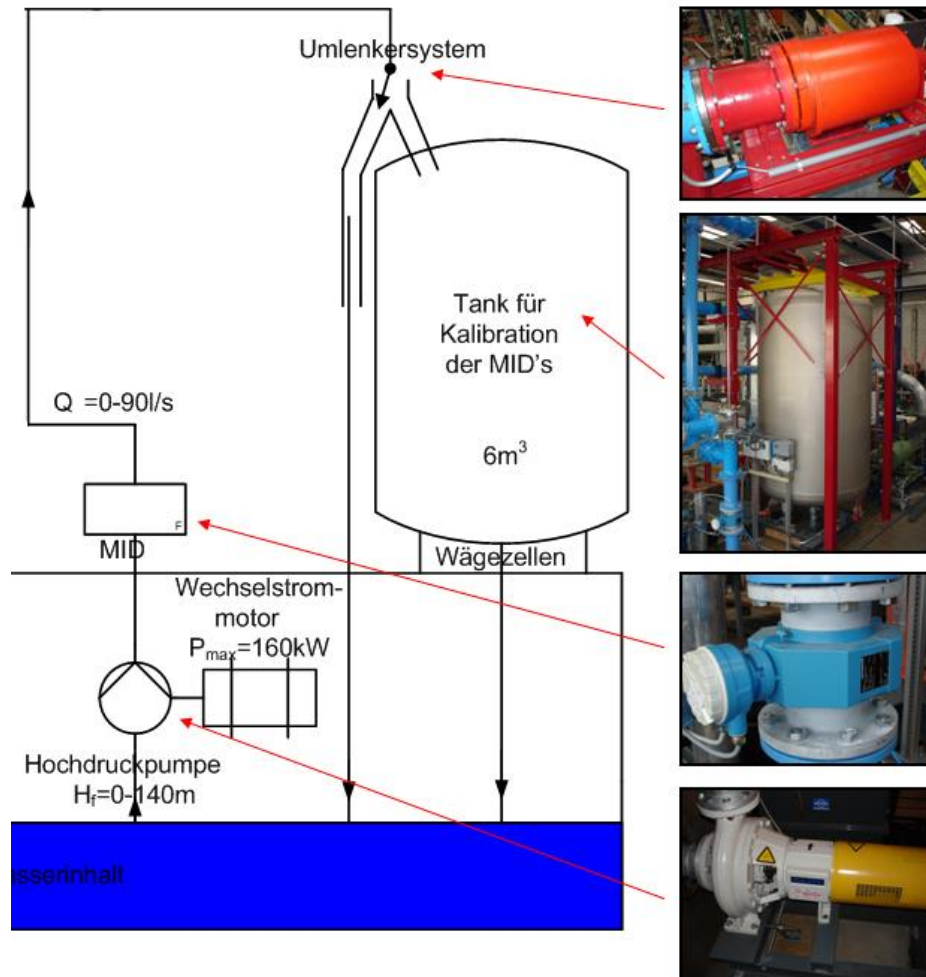
## Durchflussmessung mit der Ultraschall-Methode (ADM)



$$\bar{v} = \frac{L}{2 \cdot \cos \varphi} \cdot \left( \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right)$$

$$\dot{V} = k \cdot \bar{v} \cdot A$$

# Durchflussmessung (Massendurchflussmessung) mit Waage und Zeitmessenrichtung



$$\dot{m} = \frac{m_2 - m_1}{t}$$

$$\dot{Q} = \frac{\dot{m}}{\rho}$$

## Weitere Durchflussmessverfahren

- Vortex- Durchflussmesser (Wirbelfrequenz-Messgeräte)
- Massendurchflussmesser nach dem Coriolisprinzip
- Ovalrad-, Zahnrad oder Kolbenradzähler (Prinzip wie Turbinenradzähler)

## Übersicht: Drehzahlmessung



Handtachometer



Magnetisch induktive Drehzahlmessung



Stroboskop



Absoluter Drehgeber

## Drehzahlmessung Handtachometer



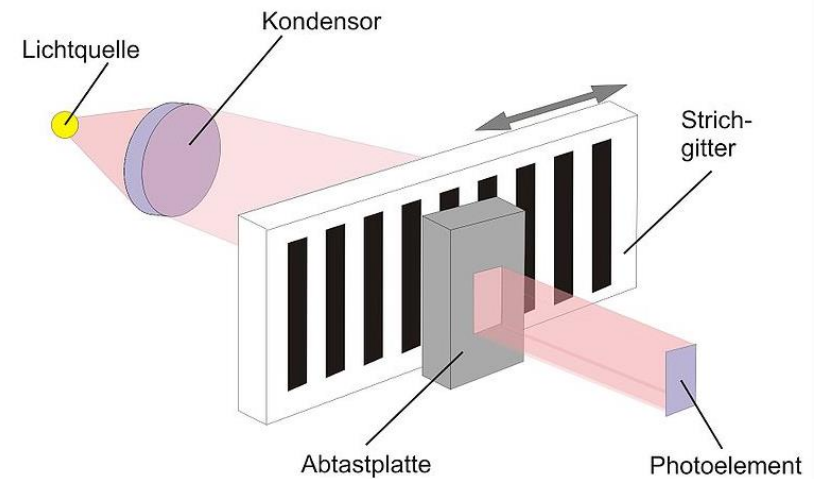
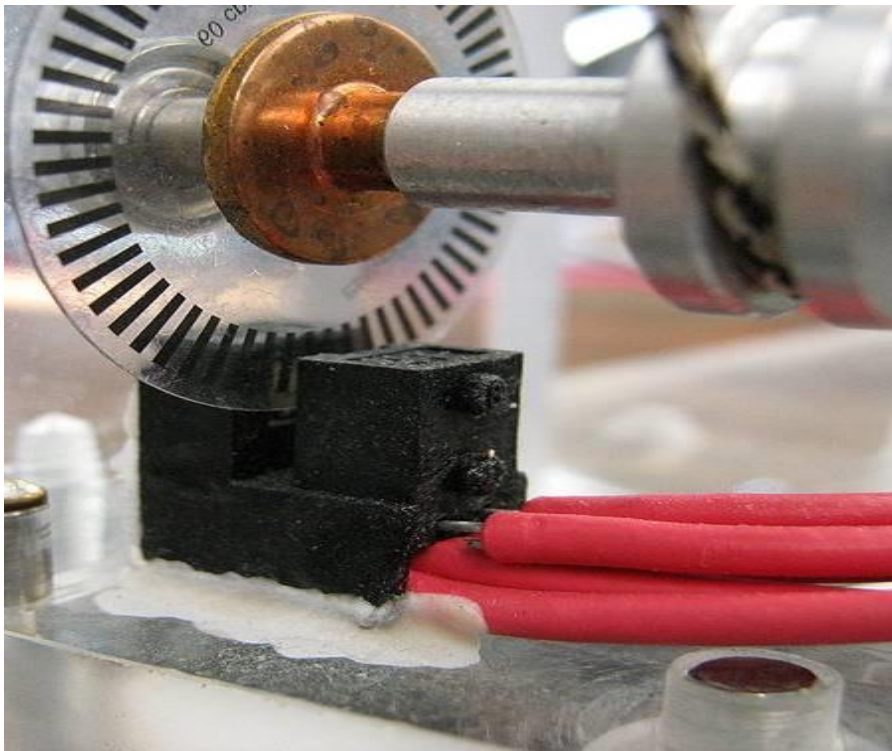
berührungslos



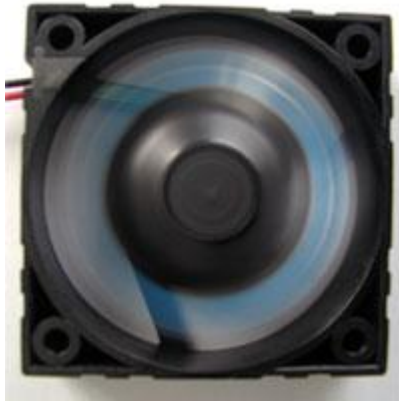
mechanisch



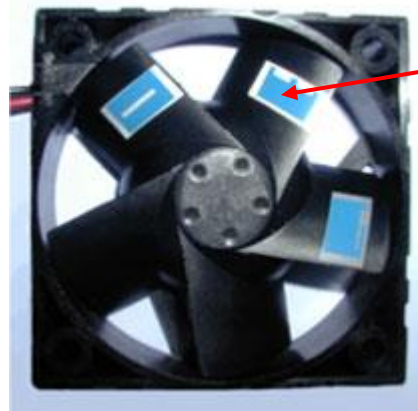
## Drehzahlmessung Inkrementelle Drehgeber mit Lichtschranke



## Drehzahlmessung: Stroboskop



Ohne Belichtung



Mit Belichtung

stehender Flügel



Einstellung und Anzeige der Lichtfrequenz



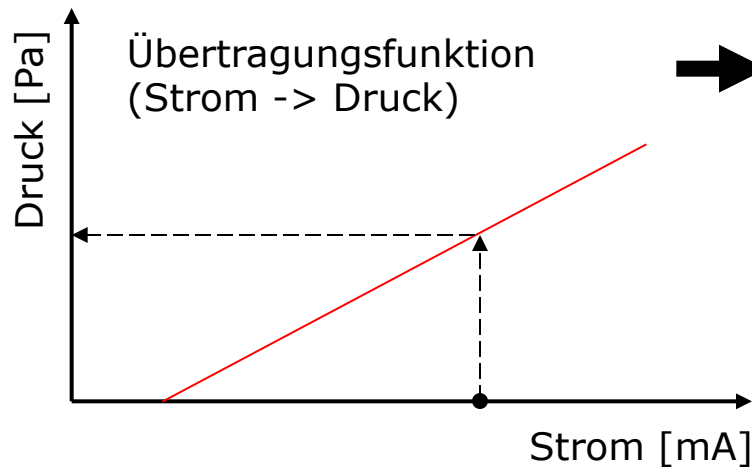
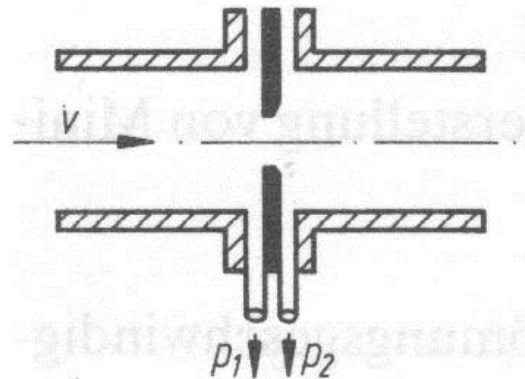
## Beispiel: Datenerfassung

**Gesucht:  
Massenstrom  
im Rohr**

Blende



Druckumformer



Physikalisches Gesetz (Bernoulli mit Korrekturterm)  
(Druck -> Massenstrom)

$$\dot{m} = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta p \cdot \rho}$$

**Fragen?**