

# Thermo 2 Formelsammlung

January 23, 2015

## 1 Bilanzen in Strömungen Strömungen

### 1.1 Masse

#### Massenbilanz

Der Massenstrom durch eine Düse, Röhre o.Ä. muss stets konstant sein.

$$\dot{m} = \rho A c = \text{const}$$

Differenzieren, dann Dividieren durch  $\rho A c$

Diese Gleichung nennt man ugs. Konti-Gleichung

$$\frac{d\rho}{\rho} + \frac{dA}{A} + \frac{dc}{c} = 0$$

### 1.2 Impuls

Die Summe aller Kräfte, die auf die Masse wirken, verursachen eine Impulsänderung.

$$\sum F_p = \dots = -A dp$$

Achtung, diese Fläche ist Fläche am Anfang des Rohres

Dazu kommt Reibung

$$\sum F_r = -\tau U dx = -dF_r \cos \alpha$$

Summe der beiden Kräfte für die Impulsbilanz

$$\sum F_x = -A dp - \tau U dx$$

Für die Impulsbilanz wird die gesamte Masse im System betrachtet und die Änderung der Geschwindigkeit im System hinzugezogen:

$$c = c(x), x = x(t)$$

$$\frac{dc}{dt} = c \frac{dc}{dx}$$

$$dm = \left( \rho A + \frac{d(\rho A)}{2} \right) dx = \rho A dx$$

Zusammen ergibt das die Impulsänderung

$$dm c \frac{dc}{dt} = \rho A dx c \frac{dc}{dx}$$

### Impulsbilanz

Wenn man die Impulsbilanz integriert, kommt man auf

$$-A(p_2 - p_1) - \tau U(x_2 - x_1) = \rho A \frac{1}{2} (c_2^2 - c_1^2)$$

Außerdem: Differentielle stationäre Impulsgleichung

$$-\frac{dp}{dx} - \frac{dr_x}{dx} = \rho c \frac{dc}{dx}$$

Ohne Reibung nennt man das die Euler-Gleichung

$$-\frac{dp}{dx} = \rho c \frac{dc}{dx} \rightarrow -\Delta p = \rho \frac{\Delta c^2}{2}$$

Die integrierte Form mit den Differenzen,

nennt man die Bernoulli-Gleichung:

$$p + \frac{\rho}{2} c^2 = const$$