

Geschwindigkeiten:

Relativgeschw.: \vec{w}

Führungsgeschw.: \vec{v}

Absolutgeschw.: $\vec{c} = \vec{v} + \vec{w} + [\vec{\Omega} \times \vec{x}]$

Allg. Geschwin.: \vec{u}

Ortsvektor: \vec{x}

Winkelgeschw.: $\vec{\Omega}$

Umfangsgeschw.: $\vec{u} = [\vec{\Omega} \times \vec{x}]$

Reynolds'sches Transport-Theorem (RTT) am Beispiel der Impulsgleichung:

$$\text{Allg.: } \frac{D\vec{I}}{Dt} = \frac{D}{Dt} \iiint_{(V(t))} (\rho \vec{u}) dV = \iiint_{(V)} \frac{\partial(\rho \vec{u})}{\partial t} dV + \iint_{(S)} (\rho \vec{u})(\vec{u} \cdot \vec{n}) dS$$

Die physikalische Größe (hier der Impuls $\rho \vec{u}$) ist an Fluidelemente gebunden und wird immer mit der Absolutgeschwindigkeit \vec{c} gebildet!

Der Flussterm $(\vec{u} \cdot \vec{n})$ beinhaltet immer die Geschwindigkeit über die Kontrollvolumengrenze und kann so je nach System \vec{c} oder \vec{w} gebildet werden.

Bewegtes Koordinatensystem:

$$\frac{D\vec{I}}{Dt} = \iiint_{(V)} \frac{\partial(\rho \vec{c})}{\partial t} dV + \iint_{(S)} (\rho \vec{c})(\vec{w} \cdot \vec{n}) dS$$

Festes Koordinatensystem:

$$\frac{D\vec{I}}{Dt} = \iiint_{(V)} \frac{\partial(\rho \vec{c})}{\partial t} dV + \iint_{(S)} (\rho \vec{c})(\vec{c} \cdot \vec{n}) dS$$

Wände:

Wände können nicht durchflossen werden. Daher gilt, dass auf Wandflächen die Fluidgeschwindigkeit normal zur Wand identisch der Wandgeschwindigkeit in dieser Richtung ist:

$$(\vec{u} \cdot \vec{n}) = (\vec{u}_{\text{Wand}} \cdot \vec{n}) \quad \text{bzw.} \quad (\vec{w} \cdot \vec{n}) = (\vec{w}_{\text{Wand}} \cdot \vec{n}) \quad \text{bzw.} \quad (\vec{c} \cdot \vec{n}) = (\vec{c}_{\text{Wand}} \cdot \vec{n})$$

Spannungsvektor:

Der Spannungsvektor hängt von der Richtung des Normalenvektors ab:

$$\vec{t}^{(\vec{n})} = \vec{n} \cdot \underline{\mathbf{T}} \quad \text{bzw.} \quad t_i = \tau_{ji} n_j = \tau_{2i} n_2 + \tau_{3i} n_3$$

Für die Elemente des Spannungstensors gilt:

$$\tau_{ji} = -p \delta_{ji} + P_{ji} = -p \delta_{ji} + \lambda^* e_{kk} \delta_{ji} + 2\eta e_{ji}$$

Der Druck p wirkt nur senkrecht zur Ebene. Die Reibspannungen P_{ji} hängen vom Deformationsgeschwindigkeitstensor e_{ji} ab.