Anhang C

Abschätzung der Druckverhältnisse im rotierenden Kanal

Im Folgenden wird eine Abschätzung der Größenordnung der maximalen Druckverhältnisse in der Messstrecke gegeben.
Für den axialen Druckgradienten kann aus Gleichung (C.1)

$$p_2 = p_1 \; exp \; \left(\frac{\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2) \right) \tag{C.1}$$

unter Vernachlässigung des Anteils durch Rohrreibung das Verhältnis

$$\left(\frac{p_2}{p_1} \right)_{ax} = 1.017$$

angegeben werden. Als Drehzahl wird von der maximalen Rotordrehzahl ausgegangen.
Für das radiale Druckverhältnis kann unter der Annahme, dass die komplette kinetische Energie des tangentialen Strömungsanteils an der Wand in Druck umgesetzt wird und die maximale Wandgeschwindigkeit aus der Geometrie des Drallerzeugers berechnet werden kann, indem ein ideales Geschwindigkeitsblockprofil in den Drallerzeugerschlitz gelegt wird, angegeben werden zu

$$p_2 = p_1 + \frac{\rho}{2} u_{tan}^2 \tag{C.2}$$

Die tangentiale Geschwindigkeit wird als maximal bestimmt bei $Re_D = 40000$ und der Spaltweite $H = 3 \; mm$. Es ergibt sich für diesen Fall

$$\left(\frac{p_2}{p_1} \right)_{rad} = 1.084$$

Im Folgenden soll noch die Herleitung zum axialen Druckaufbau durch Rotation gegeben werden:
Ein Volumenelement dV rotiert im Abstand r um einen Drehpunkt, siehe Abb. C.1.
Die wirkende Kraft auf das Element ist gegeben zu

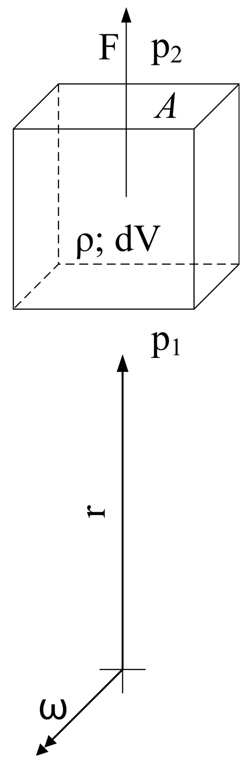

Abbildung C.1: Axialer Druckaufbau durch Rotation

$$dF = \rho \ dV \ \omega^2 r \tag{C.3}$$

Das Volumen selbst lässt sich durch

$$dV = A \ dr \tag{C.4}$$

beschreiben. Mithilfe der idealen Gasgleichung lässt sich die Kraft, Gleichung (C.3), umschreiben zu

$$dF = \frac{p}{RT} \ A \ \omega^2 r \ dr \tag{C.5}$$

Umstellen führt zu

$$\frac{\omega^2 r}{RT} dr = \frac{dp}{p} \tag{C.6}$$

Integration der Gleichung in den Grenzen von r_1 bis r_2 und p_1 bis p_2 führt zu

$$p_2 = p_1 \ exp \ \left(\frac{\omega^2}{2RT} (r_2^2 - r_1^2) \right)$$