

RELAMINARISIERUNG TURBULENTER ROHRSTRÖMUNGEN

RELAMINARISATION OF TURBULENCE IN PIPE FLOW

Jakob Kühnen, Davide Scarselli und Björn Hof

Institute of Science and Technology Austria, 3400 Klosterneuburg, Austria

Turbulenzbeeinflussung, Verringerung des Strömungswiderstandes, Relaminarisierung
Turbulence control, drag reduction, relaminarisation

Beitragszusammenfassung

Turbulenz in Rohrströmungen gilt generell als stabil und selbsterhaltend [1,2,3], solange die Reynoldszahl (basierend auf der mittleren Geschwindigkeit U , dem Rohrdurchmesser D und der kin. Viskosität ν) deutlich über 2000 ist. Unsere Forschungen [4,5] zeigen, dass eine bestimmte Störung des axialen Strömungsprofils den Selbsterhaltungsmechanismus der Turbulenz unterbrechen kann. Dies führt zu einem sofortigen Zusammenbruch der Turbulenz und im Folgenden stromabwärts zu einer vollständigen Relaminarisierung des gesamten Strömungsfeldes. Die Auslöschung der Turbulenz wird einzig durch eine stetige Beeinflussung der Geschwindigkeitsfeldes in Hauptstromrichtung erzielt. Insbesondere wird dabei das Geschwindigkeitsfeld in Hauptstromrichtung „abgeflacht“, also die Geschwindigkeit in der Rohrmitte verlangsamt bzw. in Wandnähe erhöht.

Wir zeigen und erklären verschiedene Beeinflussungsmechanismen aus Laborexperimenten, welche alle zu einer Profilabflachung und somit zu einer Auslöschung der Turbulenz in der Rohrströmung führen. Dafür verwenden wir Videos, Messungen mit 3D-PIV, LDA und Druckverlustmessungen.

Weiters zeigen wir, dass ein deutlich verringertes Transientenwachstum (ein linearer Verstärkungsmechanismus, welcher die maximale Energieverstärkung von Störungen quantifiziert) als hauptursächlich für den Zerfall der Turbulenz und die Relaminarisierung der Strömung angesehen werden kann.

Literatur

- [1] Hamilton, J. M., Kim, J. & Waleffe, F. (1995), 'Regeneration mechanisms of near-wall turbulence structures', *J. Fluid Mech.* 287, 317–348.
- [2] Brandt, L. (2014), 'The lift-up effect: The linear mechanism behind transition and turbulence in shear flows', *European Journal of Mechanics - B/Fluids* 47, 80 – 96.
- [3] Jimenez, J. & Pinelli, A. (1999), 'The autonomous cycle of near-wall turbulence', *J. Fluid Mech.* 389, 335–359.
- [4] Hof, B., de Lozar, A., Avila, M., Tu, X. & Schneider, T. M. (2010), 'Eliminating turbulence in spatially intermittent flows', *Science* 327(5972), 1491–1494.
- [5] J. Kühnen, B. Song, D. Scarselli, B. Budanur, M. Avila and B. Hof, Destabilizing turbulence in pipe flow, currently under review