

Abstract

Investigations of high Reynolds number pipe flow is up to now a great challenge due to the complex mechanisms which appear in pipe flow turbulence. Hence, suitable experimental facilities are necessary to resolve turbulent dynamics and therewith to provide the knowledge for the understanding of such a simple shear flow. For this reason the recent thesis deals with conceptual design and setup of a new high Reynolds number pipe test facility further on named CoLaPipe - Cottbus Large Pipe. It also comprises first investigations on pipe flow obtained from the new CoLaPipe, which can be classified into 1.) calibration measurements to put the facility into service and 2.) continuative measurements to provide experimental results helping to understand pipe flow.

The first results within the CoLaPipe show that this new experimental facility is suitable to investigate turbulence at high Reynolds numbers, where this conclusion can be drawn from intensive investigations on the development length of the flow either for natural and artificial transition. From further experiments on the evaluation of the wall friction velocity using different estimation methods great difficulties and variations in the calculated values are obtained. These deviations are directly related to the scaling behavior of the mean and fluctuating velocity, which is also shown within this thesis and intensively discussed.

Among the discussion of the setup of the new CoLaPipe and the first experimental results this thesis contains a broad literature review with the focus on high and very high Reynolds numbers. Nevertheless, pipe flow at low and moderate Reynolds numbers is described as well.

Kurzzusammenfassung

Untersuchungen an Rohrströmungen bei hohen Reynoldszahlen sind bis heute eine große Herausforderung aufgrund der komplexen Mechanismen die innerhalb turbulenter Rohrströmung auftreten. Daher ist es notwendig geeignete Experimente zu etablieren, um turbulente dynamische Prozesse aufzulösen und somit das Wissen zur Verfügung zu stellen diese vollständig zu verstehen. Aufgrund dessen beschäftigt sich die vorliegende Dissertation mit der Konzeptionierung und dem Aufbau eines neuen Rohrwindkanals mit dem Fokus auf hohen Reynoldszahlen. Diese neue Anlage wird als CoLaPipe bezeichnet, was sich von Cottbus Large Pipe ableitet. Außerdem umfasst diese Arbeit erste experimentelle Untersuchungen und Ergebnisse, die sich unterteilen lassen in 1.) Kalibrationsmessungen zur Inbetriebnahme sowie 2.) weiterführende Messungen.

Die ersten Ergebnisse der CoLaPipe zeigen, dass die neu konzipierte und aufgebaute Anlage geeignet ist um Untersuchungen zur Turbulenz bei großen Reynoldszahlen durchzuführen. Diese Aussage kann anhand intensiver Studien zum Verhalten der Einlaufänge in Rohrströmungen bei verschiedenen Randbedingungen, hier natürliche und erzwungene Transition, bestätigt werden. Weiterführende Experimente zur Bestimmung der Wandschubspannung unter Einbeziehung verschiedener Methoden hat gezeigt, dass an dieser Stelle große Schwierigkeiten und damit Abweichungen der Ergebnisse auftreten. Das wiederum spiegelt sich direkt im Skalierungsverhalten der Hauptströmungs- und Schwankungsgeschwindigkeit wieder, was detailliert in dieser Arbeit diskutiert wird.

Neben der Einführung der neuen CoLaPipe and der Diskussion der ersten Ergebnisse beinhaltet diese Dissertation eine umfassende Literaturrecherche mit dem Fokus auf hohen und sehr hohen Reynoldszahlen. Doch zum Verständnis von Rohrströmungen sind die Mechanismen und Dynamiken der kleinen und mittleren Reynoldszahlen ebenso wichtig und finden daher zusätzlich große Beachtung.